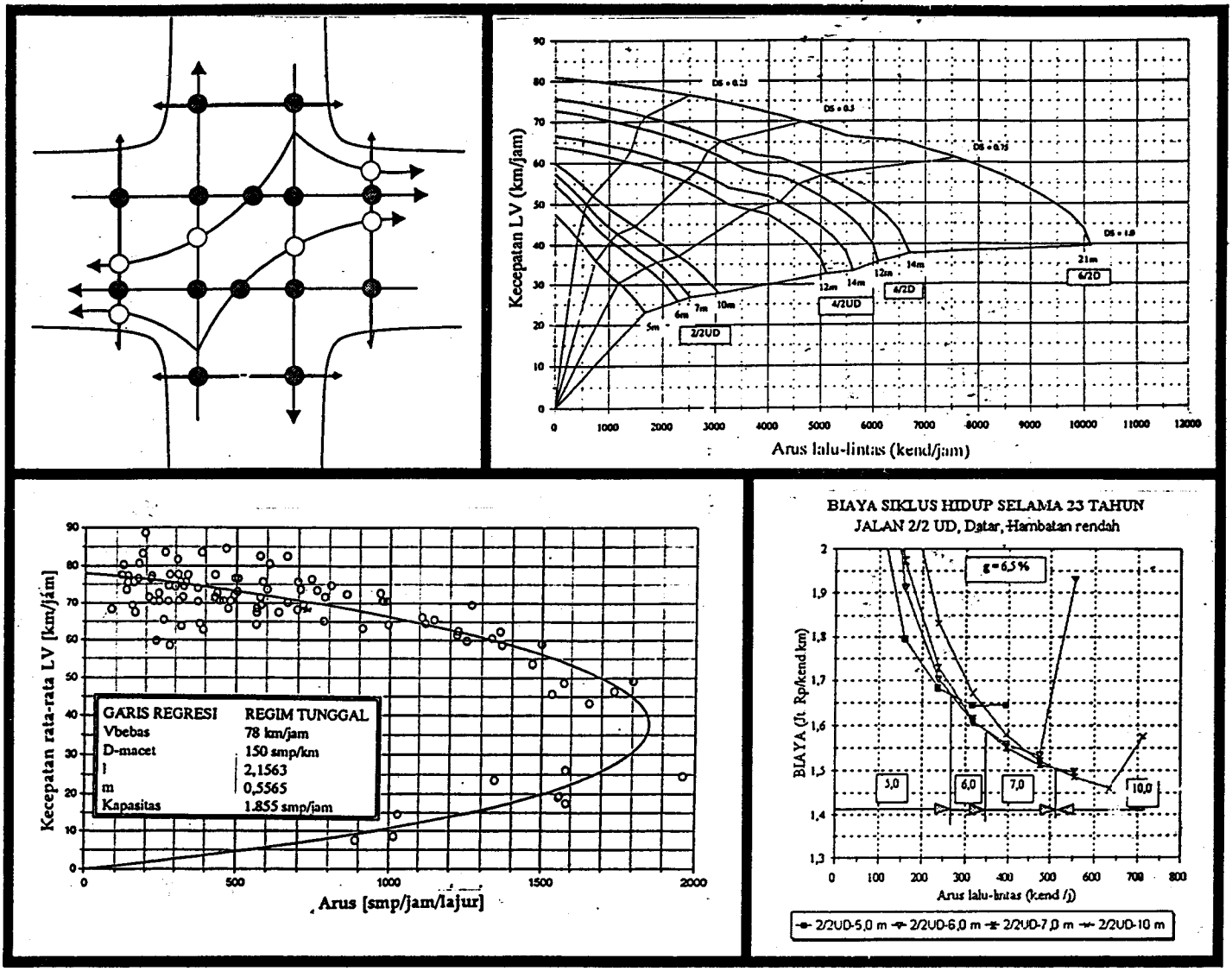
REPUBLIK INDONESIA
DIREKCTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA JALAN KOTA (BINKOT)

MANUAL KAPASITAS JALAN INDONESIAN (MKJI)

Februari 1997



SWEROAD
BEKERJA SAMA DENGAN
P.T BINA KARYA (PERSERO)

MANUAL KAPASITAS JALAN INDONESIA

DAFTAR ISI

BAB 1 PENDAHULUAN

BAB 2 SIMPANG BERSINYAL

BAB 3 SIMPANG TAK BERSINYAL

BAB 4 BAGIAN JALINAN

BAB 5 JALAN PERKOTAAN

BAB 6 JALAN LUAR KOTA

BAB 7 JALAN BEBAS HAMBATAN

MANUAL PROGRAM KAJI

BAB 1

PENDAHULUAN

1. LATAR BELAKANG ..... 1 - 2

2. LINGKUP DAN TUJUAN ..... 1 - 4

3. STRUKTUR DAN ORGANISASI MANUAL ..... 1 - 5

4. DEFINISI UMUM DAN ISTILAH ..... 1 - 6

5. PANDUAN PENGGUNAAN ..... 1 - 10

5.1 UMUM ..... 1 - 10
5.2 PANDUAN REKAYASA LALU-LINTAS ..... 1 - 10
5.3 ANALISA RINCI KAPASITAS ..... 1 - 14
5.4 PENGGUNAAN PROGRAM KAJI (Kapasitas Jalan Indonesia) .... 1 - 14

6. KEPUSTAKAAN UMUM ..... 1 - 16

Lampiran 1:1 Formulir usulan perbaikan manual dan programnya ..... 1 - 18

1. LATAR BELAKANG

Meningkatnya kemacetan pada jalan perkotaan maupun jalan luar kota yang diakibatkan bertambahnya kepemilikan kendaraan, terbatasnya sumberdaya untuk pembangunan jalan raya, dan belum optimalnya pengoperasian fasilitas lalu lintas yang ada, merupakan persoalan utama di banyak negara. Telah diakui bahwa usaha besar diperlukan bagi penambahan kapasitas, dimana akan diperlukan metode efektif untuk perancangan dan perencanaan agar didapat nilai terbaik bagi suatu pembiayaan dengan mempertimbangkan biaya langsung maupun keselamatan dan dampak lingkungan. Manual Kapasitas jalan dengan metode perhitungan perilaku lalu lintas yang benar, yang merupakan fungsi dari rencana jalan dan kebutuhan lalu lintas, diperlukan untuk maksud diatas, juga untuk perancangan lalu-lintas umum. Pengetahuan dasar tentang karakteristik lalu lintas yang terdapat dalam manual tersebut, juga merupakan masukan yang penting bagi model manajemen tepat biaya bagi pembinaan jaringan jalan ,peramalan lalu lintas dan distribusi perjalanan dengan keterbatasan kapasitas. Karena itu pembina Jalan Raya di negara-negara maju menyediakan biaya besar untuk menerbitkan manual dan pedoman yang sesuai dengan kondisi mereka.

Kapasitas dan hubungan kecepatan-arus yang digunakan untuk perancangan, perencanaan dan operasional jalan raya di Indonesia terutama berdasarkan pada manual dari Eropah dan USA. Penelitian yang dilaksanakan di Institut Teknologi Bandung (ITB S2 STJR) pada tahun delapan puluhan sering menunjukkan bahwa penggunaan manual barat sering menimbulkan hasil yang tidak sesuai oleh karena komposisi lalu lintas, perilaku pengemudi dan perkembangan samping jalan di Indonesia yang sangat berbeda. Proyek Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) oleh karena itu dilaksanakan pada tahun 1991 sampai dengan 1996 untuk mengatasi masalah tersebut.

Penelitian dibalik penerbitan Manual ini telah meneliti dan membuat model perilaku pengemudi dan karakteristik dasar lalu lintas jalan raya berdasarkan pada pengumpulan data lapangan secara menyeluruh dan analisa kinerja lalu lintas sebagai fungsi kondisi jalan dan interaksi antar elemen lalu lintas. Pengumpulan data fasilitas lalu lintas perkotaan dilaksanakan antara bulan Mei dan Desember 1991, dan data jalan luar kota antara bulan April dan November 1993. Survei tambahan dilaksanakan pada tahun 1994 dan 1995 untuk memeriksa kebenaran aspek tertentu dari perilaku lalu lintas dan model kapasitas yang telah dikembangkan.

Tabel 1:1 menunjukkan lokasi-lokasi pengumpulan data diperkotaan tentang berbagai jenis fasilitas jalan dan kota. Sebanyak 147 lokasi di 16 kota diseluruh Indonesia disurvei seperti yang tercantum dalam tabel tersebut. Pada setiap lokasi diperoleh rekaman video yang menerus dari semua gerakan lalu lintas pada suatu fasilitas jalan dari pagi sampai sore, untuk selanjutnya diolah serta dianalisa dilaboratorium proyek HCM di Bandung.

Tabel 1:2 menunjukkan sejumlah lokasi pengumpulan data jalan luar kota dan jalan bebas hambatan. Sebanyak 128 lokasi disurvei masing-masing selama sehari penuh. Pada setiap lokasi, waktu perjalanan, kecepatan, tipe kendaraan, arah perjalanan dan waktu antara dikumpulkan untuk analisa lebih lanjut. Kedua survei diperkotaan dan diluar kota meliputi pencatatan rinci yang menerus dari semua kejadian di samping jalan (disebut hambatan samping) yang mungkin menyebabkan pengurangan kapasitas dan kecepatan.

Jumlah lokasi yang disurvei dalam proyek IHCM adalah 275, yang membuat manual benar-benar empiris bila dibandingkan dengan manual kapasitas yang ada sekarang dari banyak negara lain.

Kota	Jumlah lokasi yang disurvei				
	Simpang bersinyal	Simpang tak bersinyal	Bagian Jalinan	Jalan Perkotaan	Jumlah
Bandung	20	9	5	17	51
Jakarta	8	6	12	6	32
Cianjur	1	0	0	0	1
Sukabumi	1	2	0	1	4
Tasikmalaya	1	1	0	0	2
Yogyakarta	2	1	0	1	4
Semarang	2	0	3	0	5
Surabaya	2	3	3	2	10
Malang	3	0	0	0	3
Denpasar	2	2	0	1	5
Kupang	2	1	0	0	3
Ujung Pandang	2	2	2	2	8
Ambon	0	3	0	1	4
Palembang	2	1	0	1	4
Medan	2	2	2	2	8
Pontianak	2	0	0	1	3
Total	52	33	27	35	147

Tabel 1:1 Pengumpulan data lapangan tentang fasilitas lalu-lintas dikawasan perkotaan

Propinsi	Jumlah lokasi yang disurvei per tipe jalan				
	Dua-lajur dua-arah tak terbagi (2/2 UD)	Empat-lajur dua-arah tak terbagi (4/2 UD)	Empat-lajur dua-arah terbagi (4/2 D)	Jalan bebas hambatan (jalan tol)	Jumlah
Jawa Barat	61	1	-	8	70
Jawa Tengah	8	2	4	2	16
Jawa Timur	7	1	-	-	8
Bali	2	-	-	-	2
Sulawesi Selatan	11	1	-	-	12
Lampung	5	-	-	-	5
Sumatera Selatan	6	-	-	-	6
Sumatera Utara	6	3	-	-	9
Total	106	8	4	10	128

Tabel 1:2 Pengumpulan data lapangan untuk jalan luar kota dan jalan bebas hambatan.

2. LINGKUP DAN TUJUAN

Manual Kapasitas Jalan Indonesia memuat fasilitas jalan perkotaan dan semi perkotaan dan juga jalan luar kota dan jalan bebas hambatan. Manual ini menggantikan manual sementara untuk fasilitas lalu-lintas perkotaan (Januari 1993) dan jalan luar kota (Agustus 1994) yang telah diterbitkan lebih dahulu dalam proyek MKJI. Tipe fasilitas yang tercakup, dan ukuran penampilan lalu-lintas (perilaku lalu-lintas) selanjutnya disebut perilaku lalu-lintas atau kualitas lalu-lintas, yang dapat dihitung dengan menggunakan manual terangkum pada Tabel 2:1 dibawah.

JENIS FASILITAS LALU-LINTAS	BAB	PENAMPILAN (PERILAKU) LALU-LINTAS YANG TERCAKUP DALAM MANUAL
Simpang bersinyal	2	Waktu sinyal Kapasitas Rasio Kendaraan Terhenti Panjang Antrian Tundaan rata-rata
Simpang tak bersinyal	3	Kapasitas Tundaan rata-rata Peluang Antrian
Bagian Jalinan	4	Kapasitas Kecepatan di bagian Jalinan Waktu tempuh
Jalan Perkotaan	5	Kapasitas Kecepatan arus bebas setiap tipe kendaraan Kecepatan pada arus lapangan
Jalan Luar Kota	6	Kapasitas Kecepatan arus bebas setiap tipe kendaraan Kecepatan pada arus lapangan Kecepatan pada kelandaian khusus (mendaki-menurun) Hanya untuk jalan 2/2-UD: Derajat Iringan
Jalan Bebas Hambatan	7	Kapasitas Kecepatan arus bebas setiap tipe kendaraan Kecepatan pada arus lapangan Kecepatan pada kelandaian khusus (mendaki-menurun) Hanya untuk jalan 2/2-UD: Derajat Iringan

Tabel 2:1 Fasilitas-fasilitas lalu-lintas beserta ukuran perilakunya (kualitasnya) yang tercakup dalam Manual

Manual memuat juga pedoman teknik lalu-lintas (panduan rekayasa lalu-lintas) yang menyarankan pengguna sehubungan dengan pemilihan tipe fasilitas dan rencana sebelum memulai prosedur perhitungan rinci untuk menentukan perilaku lalu-lintasnya.

Manual ini dapat digunakan juga untuk menganalisa rute atau jaringan jalan pada suatu kawasan perkotaan yaitu dengan penerapan berurutan dari bab yang sesuai tipe fasilitas lalu-lintasnya. Kemudian waktu tempuh total dapat diperoleh sebagai jumlah waktu tempuh dan tundaan pada setiap ruas jalan dan titik simpul sepanjang rute yang dipelajari.

3. STRUKTUR DAN ORGANISASI MANUAL

Bab 1 (bab ini) memuat latar belakang, ruang lingkup, definisi umum / istilah, pedoman penggunaan, dan rujukan kepustakaan umum.

Bab 2 sampai bab 7 mencakup berbagai jenis fasilitas lalu lintas seperti yang diuraikan dalam tabel 2:1 di atas. Masing-masing bab mempunyai struktur dan organisasi yang serupa tetapi dengan berbagai variasi:

- Lingkup dan tujuan.
- Karakteristik dari fasilitas lalu lintas yang dipelajari.
- Istilah dan definisi khusus.
- Panduan rekayasa lalu-lintas.
- Metodologi umum perhitungan.
- Prosedur analisa operasional dan perencanaan (design).
- Prosedur perancangan (planning)
- Contoh perhitungan/persoalan dengan berbagai macam penggunaan .
- Kepustakaan khusus.
- Formulir perhitungan.

4. DEFINISI UMUM DAN ISTILAH

Notasi, istilah dan definisi dari kondisi dan karakteristik yang bersifat umum diberikan dibawah. Definisi yang lebih khusus diuraikan pada Bab 2 sampai dengan 7 untuk masing-masing fasilitas lalu lintas.

KARAKTERISTIK LALU LINTAS

Arus Lalu Lintas

	UNSUR LALU LINTAS	Benda atau pejalan kaki sebagai bagian dari lalu lintas.
kend	KENDARAAN	Unsur lalu lintas diatas roda.
LV	KENDARAAN RINGAN	Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0-3,0 m (meliputi: mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick-up dan truk kecil sesuai sistim klasifikasi Bina Marga).
HV	KENDARAAN BERAT	Kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi : bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistim klasifikasi Bina Marga). Catatan: Lihat Bab 2-5 dan 6-7 untuk definisi khusus dari tipe kendaraan lainnya yang digunakan pada metode perhitungan jalan perkotaan dan luar kota.
MC	SEPEDA MOTOR	Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi : sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistim klasifikasi Bina Marga).
UM	KENDARAAN TAK BER MOTOR	Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi : sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai sistim klasifikasi Bina Marga). Catatan: Dalam manual ini kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai bagian dari arus lalu lintas tetapi sebagai unsur hambatan samping.
emp	EKIVALENSI MOBIL PENUMPANG	Faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kend. ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu-lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya, emp = 1.0).
smp	SATUAN MOBIL PENUMPANG	Satuan arus lalu lintas, dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp.

Q	ARUS LALU-LINTAS	Jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kend/jam (Q_{kend}), smp/jam (Q_{smp}) atau LHRT (Lalu-lintas Harian Rata-Rata Tahunan).
F_{smp}	FAKTOR SMP	Faktor untuk mengubah arus kendaraan campuran menjadi arus yang setara dalam smp untuk keperluan analisa kapasitas.
k	FAKTOR LHRT	Faktor untuk mengubah arus yang dinyatakan dalam LHRT (Lalu-lintas Harian Rata-rata Tahunan) menjadi arus lalu-lintas jam sibuk. Q_{DH} = LHRT × k
Q_{DH}	ARUS JAM RENCANA	Arus lalu-lintas yang digunakan untuk perancangan (planning). Catatan: sering sama dengan arus jam puncak tahun rencana.
SP	PEMISAHAN ARAH	Pembagian arah lalu-lintas dalam kedua arah jalan. (Biasanya dinyatakan sebagai persentase arus total pada setiap arah, contoh 60/40). SP arah 1 = $100 \times Q_1/(Q_1 + Q_2)$
PHF	FAKTOR JAM PUNCAK	Perbandingan antara arus lalu-lintas jam puncak dengan 4 kali 15-menitan tertinggi arus lalu-lintas pada jam yang sama. PHF = $Q_{PH}/(4 \times Q_{max\ 15min})$

Ukuran perilaku lalu-lintas

TP	PERILAKU LALU-LINTAS (KUALITAS LALU-LINTAS)	Ukuran kwantitatif yang menerangkan kondisi operasional fasilitas lalu-lintas seperti yang dinilai oleh pembina jalan. (Pada umumnya di nyatakan dalam kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan rata-rata, waktu tempuh, tundaan, peluang antrian, panjang antrian atau rasio kendaraan terhenti).
LoS	TINGKAT PELAYANAN (KINERJA JALAN)	Ukuran kwalitatif yang digunakan di HCM 85 Amerika Serikat dan menerangkan kondisi operasional dalam arus lalu-lintas dan penilaiannya oleh pemakai jalan (pada umumnya dinyatakan dalam kecepatan, waktu tempuh, kebebasan bergerak, interupsi lalu-lintas, keenakan, kenyamanan, dan keselamatan).
C	KAPASITAS	Arus lalu-lintas maximum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (misalnya: rencana geometrik, lingkungan, komposisi lalu-lintas dan sebagainya. Catatan: Biasanya dinyatakan dalam kend/jam atau smp/jam). Kapasitas harian sebaiknya tidak digunakan sebagai ukuran karena akan bervariasi sesuai dengan faktor-k
DS	DERAJAT KEJENUHAN	Rasio arus lalu-lintas terhadap kapasitas. Catatan: Biasanya dihitung per jam.

V	KECEPATAN PERJALANAN (KECEPATAN TEMPUH)	Kecepatan kendaraan (biasanya km/jam atau m/det).
FV	KECEPATAN ARUS BEBAS	Kecepatan kendaraan yang tidak dihalangi oleh kendaraan lain.
TT	WAKTU TEMPUH (WAKTU PERJALANAN)	Waktu total yang diperlukan untuk melewati suatu panjang jalan tertentu, termasuk waktu-berhenti dan tundaan pada simpang. Catatan: Waktu tempuh tidak termasuk berhenti untuk istirahat, perbaikan kendaraan.
B	IRINGAN (PELETON)	Kondisi lalu-lintas bila kendaraan bergerak dalam antrian (peleton) dengan kecepatan yang sama karena tertahan oleh kendaraan yang didepan (pemimpin peleton) (Catatan: waktu antara ke depan $\leq$ 5 det.)
DB	DERAJAT IRINGAN	Rasio arus kendaraan dalam peleton terhadap arus total.
D	TUNDAAN	Waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. Catatan: Tundaan terdiri dari TUNDAAN LALU-LINTAS (DT) yang disebabkan pengaruh kendaraan lain; dan TUNDAAN GEOMETRIK (DG) yang disebabkan perlambatan dan percepatan untuk melewati fasilitas (misalnya akibat lengkung horisontal pada persimpangan)
P_{SV}	RASIO KENDARAAN TERHENTI	Rasio dari arus lalu-lintas yang terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti dari sinyal.
QP%	PELUANG ANTRIAN	Peluang antrian dengan lebih dari dua kendaraan didaerah pendekat yang mana saja, pada simpang tak bersinyal.

Karakteristik geometrik

	TIPE JALAN	Tipe potongan melintang jalan ditentukan oleh jumlah lajur dan arah pada suatu segmen jalan, sebagai contoh; - 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD)
W_C	LEBAR JALUR Lalu-lintas	Lebar dari jalur jalan yang dilewati, tidak termasuk bahu.
W_S	LEBAR BAHU	Lebar bahu (m) di samping jalur lalu-lintas, direncanakan sebagai ruang untuk kendaraan yang sekali-sekali berhenti, pejalan kaki dan kendaraan lambat.
M	MEDIAN	Daerah yang memisahkan arah lalu-lintas pada suatu segmen jalan.
	TIPE ALINYEMEN	Uraian tentang karakter alinyemen horisontal dan vertikal

		jalan yang disebabkan sifat daerah yang dilalui dan ditentukan oleh jumlah naik dan turun (m/km) dan jumlah lengkung horizontal (rad/km) sepanjang segmen jalan. Catatan: Tipe alinyemen biasanya disebut sebagai DATAR, BUKIT dan GUNUNG.
	PENDEKAT	Daerah dari lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis-henti.(Jika gerakan belok kiri atau belok kanan dipisahkan dengan pulau lalu lintas, sebuah lengan persimpangan jalan dapat mempunyai dua pendekat atau lebih).
W_A	LEBAR PENDEKAT	Lebar bagian pendekat yang diperkeras, diukur dibagian tersempit disebelah hulu (m).
W_{MASUK}	LEBAR MASUK	Lebar bagian pendekat yang diperkeras, diukur pada garis henti (m).
W_{KELUAR}	LEBAR KELUAR	Lebar bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan oleh lalu lintas berangkat setelah melewati persimpangan jalan (m).

Kondisi lingkungan

LU	GUNA LAHAN	Pengembangan lahan di samping jalan. Untuk tujuan perhitungan, guna lahan dinyatakan dalam persentase dari segmen jalan dengan pengembangan tetap dalam bentuk bangunan (terhadap panjang total).
COM	KOMERSIAL	Lahan niaga (sbg. contoh : toko, restoran, kantor,) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
RES	PERMUKIMAN	Lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
RA	AKSES TERBATAS	Jalan masuk langsung tidak ada atau terbatas (sbg. contoh, karena adanya penghalang, jalan samping dsb.).
CS	UKURAN KOTA	Jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan.
SF	HAMBATAN SAMPING	Dampak terhadap perilaku lalu-lintas akibat kegiatan sisi jalan seperti pejalan kaki, penghentian angkot dan kendaraan lainnya, kendaraan masuk dan keluar sisi jalan dan kendaraan lambat.

5. PANDUAN PENGGUNAAN

5.1 UMUM

Manual Kapasitas Jalan Idonesia ini dapat diterapkan sebagai sarana dalam perancangan, perencanaan dan analisa operasional fasilitas lalu-lintas. Pengguna manual akan meliputi para Perancang Transportasi, para Akhli Teknik Lalu-lintas dan Teknik Jalan Raya yang bertugas dalam Badan Pembina Jalan dan Transportasi, juga Perusahaan-perusahaan pribadi dan Konsultan.

Manual direncanakan terutama agar pengguna dapat memperkirakan perilaku lalu-lintas dari suatu fasilitas pada kondisi lalu-lintas, geometrik dan keadaan lingkungan tertentu. Nilai-nilai perkiraan dapat diusulkan apabila data yang diperlukan tidak tersedia. Karena itu Manual dapat dipergunakan dalam berbagai keadaan seperti dicontohkan dibawah:

a) Perancangan
Penentuan denah dan rencana awal yang sesuai dari suatu fasilitas jalan yang baru berdasarkan ramalan arus lalu-lintas.

b) Perencanaan
Penentuan rencana geometrik detail dan parameter pengontrol lalu-lintas dari suatu fasilitas jalan baru atau yang ditingkatkan berdasarkan kebutuhan arus lalu-lintas yang diketahui.

c) Analisa Operasional
Penentuan perilaku lalu-lintas suatu jalan pada kebutuhan lalu-lintas tertentu. Penentuan waktu sinyal untuk tundaan terkecil. Peramalan yang akan terjadi akibat adanya perubahan kecil pada geometrik, aturan lalu-lintas dan kontrol sinyal yang digunakan.

5.2 PANDUAN REKAYASA Lalu-lintas

Dengan perhitungan bersambung yang menggunakan data yang disesuaikan, untuk keadaan lalu-lintas dan lingkungan tertentu dapat ditentukan suatu rencana geometrik yang menghasilkan perilaku lalu-lintas yang dapat diterima. Dengan cara yang sama, penurunan kinerja dari suatu fasilitas lalu-lintas sebagai akibat dari pertumbuhan lalu-lintas dapat dianalisa, sehingga waktu yang diperlukan untuk tindakan turun tangan seperti peningkatan kapasitas dapat juga ditentukan.

Banyak persoalan lain yang berhubungan dengan Akhli Teknik Lalu-lintas dan Teknik Jalan Raya dapat diselesaikan dengan cara "coba-coba" yang sama dengan menggunakan sejumlah kumpulan data yang berbeda. Karena tugas ini dapat memerlukan agak banyak waktu, yang tidak selalu menghasilkan penyelesaian terbaik, bagian panduan rekayasa lalu-lintas telah dibuat pada setiap bagian. Pedoman ini harus dipelajari sebelum menggunakan metode perhitungan rinci untuk setiap tipe fasilitas lalu-lintas, karena berisi saran yang dapat membantu pengguna untuk memilih rencana sementara sebelum memulai analisa terinci. Panduan meliputi:

a) Ambang arus lalu-lintas untuk menentukan tipe dan rencana ruas jalan dan simpang yang paling ekonomis berdasarkan analisa, pemakai jalan dan biaya pembuatan jalan, sepanjang umur fasilitas (analisa biaya siklus hidup).

b) Perilaku lalu-lintas dari berbagai tipe simpang dan jalan dengan rentang kondisi yang luas.

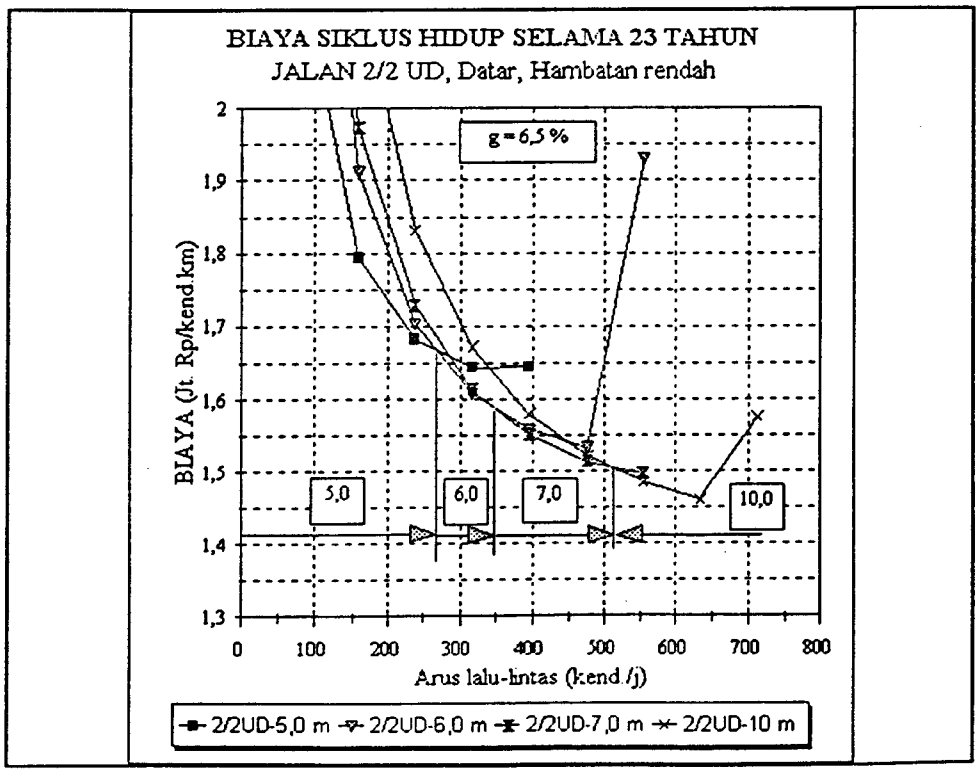
c) Dampak perubahan rencana geometrik dan bentuk pengaturan lalu lintas pada keselamatan lalu lintas dan polusi kendaraan;

d) Saran mengenai rencana geometrik terinci dan peralatan pengaturan lalu lintas yang mempengaruhi kapasitas dan keselamatan lalu lintas.

5.2.1 Biaya siklus hidup

a) Metodologi

Ambang arus lalu lintas yang menentukan tipe jalan dan simpang yang paling ekonomis untuk masing-masing arus telah didapatkan dari analisa "biaya siklus-hidup" (BSH) dengan sekumpulan anggapan yang biasa digunakan oleh Bina Marga seperti umur, laju pertumbuhan lalu lintas, suku bunga dan tujuan dari pembina jalan. Seluruh biaya pemakai jalan yang relevan (biaya operasi kendaraan, biaya waktu, biaya kecelakaan, biaya polusi) dan biaya pembuatan jalan (pembebasan lahan, pembangunan jalan, perawatan jalan dan operasional) telah diperhitungkan. Analisa BSH menghitung biaya total yang diproyeksikan ke tahun 1 (Nilai bersih sekarang) untuk setiap perencanaan yang dipelajari sebagai fungsi dari arus lalu lintas. Dengan membandingkan biaya-biaya yang dinyatakan sebagai biaya per kendaraan per kilometer tersebut, rencana alternatif yang mempunyai biaya total terendah adalah paling ekonomis untuk anggapan-anggapan yang diberikan, dapat dilihat, seperti dicontohkan pada Gambar 5.2:1 dibawah



Gambar 5.2:1 "Nilai bersih sekarang" dari biaya total per kendaraan per kilometer pada berbagai potongan melintang jalan

Ambang arus lalu lintas yang diperoleh dengan analisa BSH peka terhadap anggapan yang diambil tentang umur rencana (Dalam manual ini konstruksi jalan baru: 23 tahun; peningkatan jalan raya dan pembuatan simpang di kawasan perkotaan 10 tahun), angka pertumbuhan lalu lintas (6,5%), suku bunga (15%) dan tujuan kesejahteraan (semua waktu tempuh dihitung biaya per kecelakaan Rp.28 juta). Umur rencana yang lebih pendek, laju pertumbuhan lalu lintas lebih rendah, suku bunga yang lebih rendah dan tujuan kesejahteraan yang lebih rendah akan menghasilkan ambang nilai yang lebih tinggi dan sebaliknya. Rekomendasi tentang pemilihan potongan melintang dan tipe simpang yang diberikan dalam manual ini, karena itu harus diartikan sebagai indikasi saja dan bukan sesuatu yang mutlak.

b) Pemilihan tipe simpang

Analisa BSH telah diterapkan pada semua tipe simpang seperti terlihat pada Bab 2, 3 dan 4 di bawah untuk masing-masing tipe simpang (misalnya simpang bersinyal) mungkin dicari rencana dan pengaturan sinyal yang memberikan "nilai bersih sekarang" terkecil, yang merupakan alternatif terbaik untuk rentang arus lalu-lintas yang diteliti. Dengan memperbandingkan hasil berbagai tipe simpang seperti pada Gambar 5.2:2 dibawah, juga mungkin untuk mendapatkan petunjuk mengenai simpang mana yang harus dipilih untuk analisa rinci sebagai fungsi dari arus masuk persimpangan total. Tipe dengan biaya terendah yang sesuai dengan ruangan yang tersedia dan keperluan yang lain, sebaiknya dipilih untuk penelitian lebih lanjut. Pengguna manual selanjutnya dapat membahas panduan tipe simpang tersebut untuk mendapatkan rencana yang mana yang harus dipilih bagi analisa rinci tipe simpang tersebut.

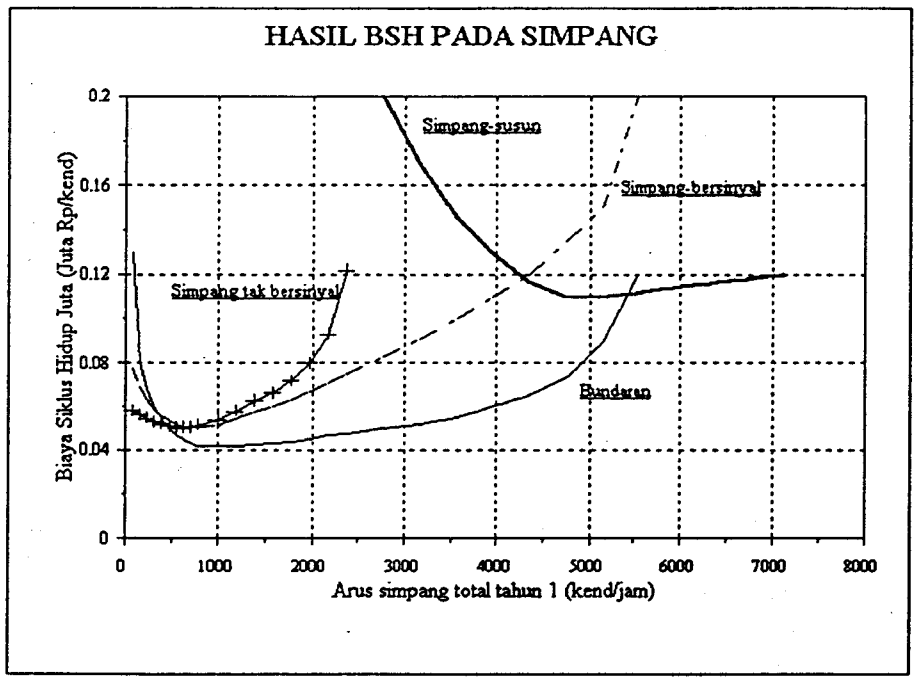
c) Pemilihan tipe jalan

Ruas jalan meliputi 3 bab yang berbeda yaitu:

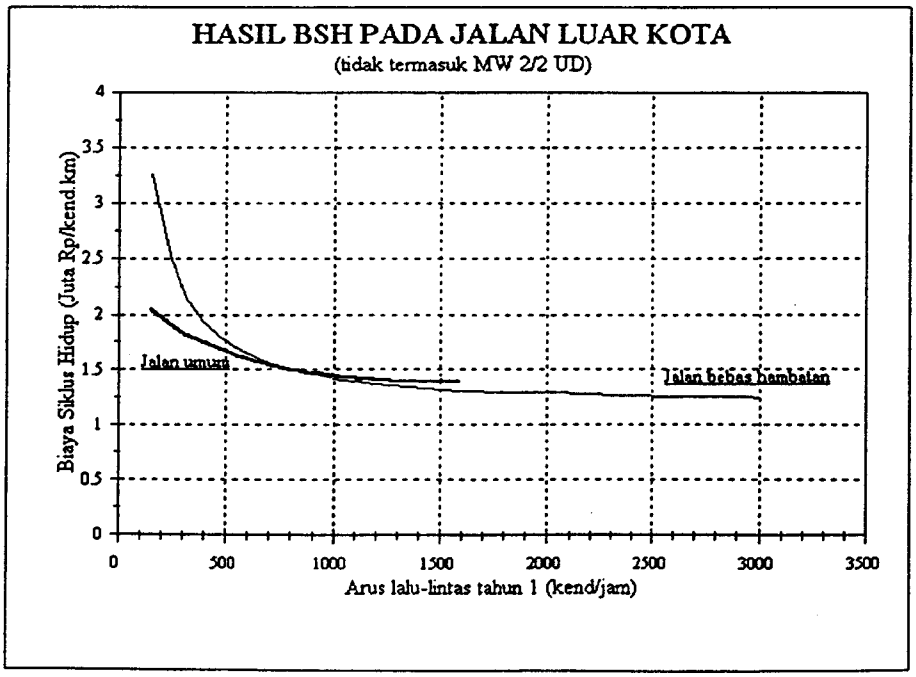
- Bab 5 : Jalan perkotaan
- Bab 6 : Jalan luar kota
- Bab 7 : Jalan bebas hambatan

Bab 5 dan 6 termasuk panduan pemilihan penampang melintang jalan tanpa pengaturan akses yaitu jalan tak terbagi dan jalan terbagi dengan dua, empat atau enam lajur dan juga jalan satu lajur. Bab 7 mengenai jalan bebas hambatan (pengendalian akses penuh), dan meliputi panduan untuk memilih antara jalan 2 lajur tak-terbagi, 4 lajur terbagi dan jalan bebas hambatan 6 lajur terbagi.

Analisa BSH juga memberikan panduan dalam memilih antara jalan biasa (tanpa pengendalian akses) dengan jalan bebas hambatan. Gambar 5.2:3 membandingkan "nilai bersih sekarang" dari pengguna jalan total dengan biaya pembuatan jalan sebagai fungsi arus lalu-lintas pada tahun satu. Gambar tersebut menunjukkan bahwa jalan bebas hambatan luar kota mempunyai biaya yang lebih rendah untuk arus lalu-lintas lebih besar dari 750 kend/jam pada tahun 1. Hasil yang relevan untuk jalan bebas hambatan perkotaan adalah 2500 kend/jam pada tahun 1, akibat harga pembebasan tanah dan konstruksi yang lebih tinggi.



Gambar 5.2:2 Perbandingan biaya total berbagai tipe simpang sebagai fungsi arus lalu-lintas



Gambar 5.2:3 Perbandingan biaya total berbagai tipe jalan sebagai fungsi arus lalu-lintas

5.2.2 Angka kecelakaan

Saran yang berhubungan dengan keselamatan lalu lintas telah didasarkan pada studi statistik kecelakaan di Indonesia yang dicatat dalam sistim 3-L untuk tahun 1989-1994, didukung oleh tinjauan kepustakaan internasional mengenai dampak pada keselamatan lalu lintas akibat perubahan rencana geometrik dan tipe pengaturan lalu lintas. Karena data kecelakaan yang tersedia sangat sedikit saat studi ini dilakukan dan tingginya kecelakaan yang tidak dilaporkan maka angka kecelakaan dalam Tabel 5.2:1 dibawah harus dipandang sebagai laporan sementara.

Potongan melintang	Perkiraan angka kecelakaan
2/2 UD, CW = 5 m	2,33
2/2 UD, CW = 6 m	2,05
2/2 UD, CW = 7 m	1,80
2/2 UD, CW = 10 m	1,50
4/2 UD	1,00
4/2 D	0,60
Jalan bebas hambatan UD	0,44
Jalan bebas hambatan D	0,33
Simpang tak bersinyal	0,60
Simpang bersinyal	0,43
Bundaran	0,30

Tabel 5.2:1 Perkiraan sementara angka kecelakaan di Indonesia
(Ruas: Kecelakaan per juta kendaraan-kilometer)
(Simpang: Kecelakaan per juta kendaraan datang)

5.3 ANALISA KAPASITAS RINCI

Formulir standar telah disiapkan untuk setiap jenis fasilitas lalu-lintas, untuk pengumpulan data dan juga langkah-langkah perhitungannya. Contoh-contoh persoalan yang dilampirkan pada bagian akhir setiap bab tentang fasilitas jalan juga memberikan petunjuk yang bermanfaat mengenai cara menerapkan Manual ini.

Manual terutama didasarkan pada analisa statistik dari data empiris, dan hanya sedikit dari penjelasan model dan simulasi. Kehati-hatian yang besar karena itu harus dilakukan jika pengguna ingin menganalisa rencana dan/atau kondisi lalu lintas yang jatuh diluar ambang nilai yang terdapat dalam tabel dan diagram dalam manual ini. Selalu dapat disarankan pada pembaca untuk membuat penilaian kritis sendiri terhadap hasil-hasilnya, dan melengkapi dengan pengukuran lapangan sendiri mengenai kapasitas dan ukuran kinerja lainnya bila mungkin.

5.4 PENGGUNAAN PROGRAM/PERANGKAT LUNAK KAJI (Kapasitas Jalan Indonesia)

Sebuah program komputer bernama KAJI yang mencakup semua metode perhitungan rinci dalam manual ini (yang bukan panduan rekayasa lalu lintas) juga tersedia. Program ini sangat menyerupai metode manual dalam hal formulir data masukan dan penampilan hasilnya. KAJI juga

secara tepat hasil yang sama seperti metode perhitungan manual. Karena itu pengguna disarankan untuk mempelajari manual tertulis sebelum menerapkan KAJI, agar dapat meningkatkan pengertian tentang prosedur perhitungan dan hasil akhirnya.

Tanggapan mengenai kemungkinan kesalahan dalam manual dan program pendukungnya (KAJI), dan saran-saran perbaikan dan pengembangan lebih lanjut manual ini sangat dihargai. Pendapat dan Saran dapat dibuat dalam formulir pada lampiran 1:1 dibawah.

6. KEPUSTAKAAN UMUM

Kepustakaan umum yang digunakan dalam pengembangan manual diberikan dibawah. Untuk kepustakaan yang berhubungan dengan fasilitas jalan tertentu, lihat daftar kepustakaan di bagian akhir masing-masing bab.

Undang-undang lalu-lintas

1. PRI — Undang-undang Republik Indonesia No. 13 Tahun 1980 Tentang Jalan (Indonesian Road Law).

2. PRI — Undang-undang No. 3 Tahun 1965 Tentang Lalu-lintas dan Angkutan Jalan Raya (Indonesian Traffic Law).

3. PRI — Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 26 Tahun 1985 Tentang Jalan.

4. PRI — Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 552/KPTS/1991 tentang Penetapan Ruas-Ruas Jalan sebagai Jalan Nasional Indonesia. Jakarta; 1991.

5. PRI — Undang-Undang Republik Indonesia No. 14 Tahun 1992 tentang Lalu-Lintas & Angkutan Jalan.

6. PRI — Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu-Lintas Jalan.

7. PRI — Petunjuk Pelaksanaan Undang-Undang Lalu-Lintas dan Angkutan Jalan 1993.

Standar-standar

8. DJBM — Standard Specifications for Geometric Design of Urban Roads. Ministry of Public Works, Directorate General of Highways, Jakarta 1992.

9. DJBM — Standard Specification for Geometric Design of Interurban Roads. Ministry of Public Works, Directorate General of Highways, Jakarta 1990.

Manual-manual

10. TRB — Highway Capacity Manual. Transportation Research Board Special Report 209; Washington D.C. USA 1985. Revised 1994.

11. SNRA — Manual on Calculation of Capacity, Queues and Delay in Traffic Facilities (in Swedish). Swedish National Road Administration Report TV 131, 1977.

Teori

12. May, A.D. — Traffic Flow Fundamentals. Prentice-Hall, Englewood Cliffs; 1990.

13. Hoban, C.J. — Evaluating Traffic Capacity and Improvements to Road Geometry. World Bank Technical Paper Number 74; Washington D.C. USA 1987.

14. McShane, W.R. Roess, R.P. — Traffic Engineering. Prentice-Hall, Englewood Cliffs; 1990.

15. McLean, J.R. — Two-Lane Highway Traffic Operations. Theory and Practice. Gordon and Breach Science Publisher; 1989.

16. NAASRA — Guide to Traffic Engineering Practice. National Association of Australian State Road Authorities; 1988.

Buku-buku proyek MKJI

17. Bang, K-L. Bergh, T. Marler, NW. — Indonesian Highway Capacity Manual Project, Final Technical Report Phase 1: Urban Traffic Facilities. Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia January 1993.

18. Bang, K-L. Carlsson, A. — Indonesian Highway Capacity Manual Project. Final Technical Report Phase 2: Interurban Roads Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia August 1994.

19. Bang, K-L, Lindberg, G. Schandersson, R. — Indonesian Highway Capacity Manual Project. Final Technical Report Phase 3 Part A: Development of Capacity Analysis Software and Traffic Engineering Guidelines. Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia April 1996.

20. Bang, K-L. Harahap, G. Lindberg, G. — Development of Life Cycle Cost Based Guidelines Replacing the Level of Service Concept in Capacity Analysis. Paper submitted for presentation at the annual meeting of Transportation Research Board, Washington D.C. January 1997.

Lampiran 1:1

PROYEK MANUAL KAPASITAS JALAN

Kepada Yth:
Direktorat Jenderal Bina Marga
Direktorat Bina Jalan Kota (BINKOT)
Gedung Sapta Taruna, Lantai 4
Jl. Pattimura No. 20, Kebayoran Baru
Jakarta 12110
Indonesia
Telepon: +62 (021) 7251503, 7245752
Faks: +62 (021) 7246973

Formulir usulan perbaikan manual dan programnya:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Dari: Nama: _____

Alamat: _____

_____

_____

_____

Telepon/faks: _____

BAB 2

SIMPANG BERSINYAL

DAFTAR ISI

1. **PENDAHULUAN** ..... 2 - 2

1.1 LINGKUP DAN TUJUAN ..... 2 - 2
1.2 KARAKTERISTIK SINYAL LALU LINTAS ..... 2 - 2
1.3 DEFINISI DAN ISTILAH ..... 2 - 6

2. **METODOLOGI** ..... 2 - 10

2.1 PRINSIP UMUM ..... 2 - 10
2.2 PANDUAN PENGGUNAAN ..... 2 - 19
2.2.1 Tipe penggunaan manual ..... 2 - 19
2.2.2 Nilai normal ..... 2 - 20
2.3 PANDUAN REKAYASA LALU LINTAS ..... 2 - 23
2.4 RINGKASAN PROSEDUR PERHITUNGAN ..... 2 - 35

3. **PROSEDUR PERHITUNGAN** ..... 2 - 38

LANGKAH A: DATA MASUKAN ..... 2 - 39
A-1: Geometrik, pengaturan lalu-lintas dan kondisi lingkungan. 2 - 39
A-2: Kondisi arus lalu-lintas ..... 2 - 41
LANGKAH B: PENGGUNAAN SINYAL ..... 2 - 42
B-1: Fase sinyal ..... 2 - 42
B-2: Waktu antar hijau dan waktu hilang ..... 2 - 43
LANGKAH C: PENENTUAN WAKTU SINYAL ..... 2 - 45
C-1: Tipe pendekat ..... 2 - 45
C-2: Lebar pendekat efektif ..... 2 - 47
C-3: Arus jenuh dasar ..... 2 - 49
C-4: Faktor penyesuaian ..... 2 - 53
C-5: Rasio arus/arus jenuh ..... 2 - 58
C-6: Waktu siklus dan waktu hijau ..... 2 - 59
LANGKAH D: KAPASITAS ..... 2 - 61
D-1: Kapasitas ..... 2 - 61
D-2: Keperluan untuk perubahan ..... 2 - 62
LANGKAH E: PERILAKU LALU-LINTAS ..... 2 - 63
E-1: Persiapan ..... 2 - 63
E-2: Panjang Antrian ..... 2 - 64
E-3: Kendaraan terhenti ..... 2 - 67
E-4: Tundaan ..... 2 - 68

4. **CONTOH PERHITUNGAN** ..... 2 - 70

5. **KEPUSTAKAAN** ..... 2 - 102

Lampiran 2:1 Formulir perhitungan ..... 2 - 104

1. PENDAHULUAN

1.1 LINGKUP DAN TUJUAN

Bab ini menguraikan tata cara untuk menentukan waktu sinyal, kapasitas, dan perilaku lalu-lintas (tundaan, panjang antrian dan rasio kendaraan terhenti) pada simpang bersinyal di daerah perkotaan dan semi perkotaan.

Manual ini terutama berhubungan dengan simpang bersinyal terisolir, dengan kendali waktu tetap (definisi lihat Bagian 1.3 di bawah) dengan bentuk geometrik normal (empatlengan dan tiga-lengan) dan peralatan sinyal pengatur lalu-lintas. Dengan beberapa pertimbangan dapat juga digunakan untuk menganalisa bentuk geometrik lainnya.

Simpang-simpang bersinyal yang merupakan bagian dari sistem kendali waktu tetap yang dirangkai atau 'sinyal aktuasi kendaraan' terisolir, biasanya memerlukan metoda dan perangkat lunak khusus dalam analisanya. Walau demikian masukan untuk waktu sinyal dari suatu simpang yang berdiri sendiri dapat diperoleh dengan menggunakan manual ini, lihat Bagian 2.2:1.

Pada umumnya sinyal lalu-lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut :

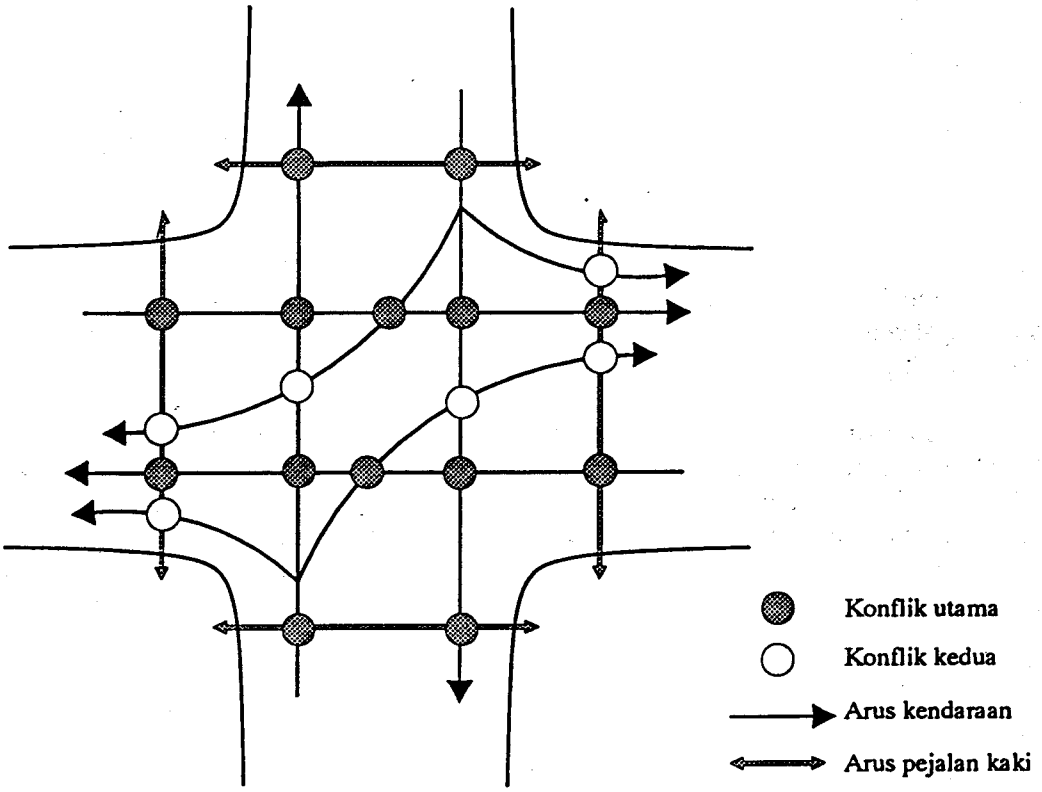
- untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu-lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu-lintas jam puncak;
- untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk /memotong jalan utama;
- untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

Penggunaan sinyal tidak selalu meningkatkan kapasitas dan keselamatan dari simpang seperti dibahas dalam bab 1 bagian 5. Dengan menerapkan metoda-metoda yang diuraikan dalam bab ini atau bab lainnya dari manual ini adalah mungkin untuk memperkirakan pengaruh penggunaan sinyal terhadap kapasitas dan perilaku lalu-lintas jika dibandingkan dengan pengaturan tanpa sinyal atau pengaturan bundaran.

1.2 KARAKTERISTIK SINYAL LALU LINTAS

Untuk sebagian besar fasilitas jalan, kapasitas dan perilaku lalu-lintas terutama adalah fungsi dari keadaan geometrik dan tuntutan lalu-lintas. Dengan menggunakan sinyal, perancang/insinyur dapat mendistribusikan kapasitas kepada berbagai pendekat melalui pengalokasian waktu hijau pada masing-masing pendekat. Maka dari itu untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu-lintas, pertama-tama perlu ditentukan fase dan waktu sinyal yang paling sesuai untuk kondisi yang ditinjau.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga-warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu-lintas yang saling bertentangan **dalam dimensi waktu.** Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan-gerakan lalu-lintas yang datang dari jalan jalan yang saling berpotongan = **konflik- konflik utama.** Sinyal-sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu-lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu-lintas membelok dari pejalan-kaki yang menyeberang = **konflik-konflik kedua**, lihat Gbr 1.2:1 di bawah.



Gambar 1.2:1 Konflik-konflik utama dan kedua pada simpang bersinyal dengan empat lengan

Jika hanya konflik-konflik primer yang dipisahkan, maka adalah mungkin untuk mengatur sinyal lampu lalu-lintas hanya dengan dua fase, masing-masing sebuah untuk jalan yang berpotongan, sebagaimana ditunjukan dalam Gambar 1.2:2. Metoda ini selalu dapat diterapkan jika gerakan belok kanan dalam suatu simpang telah dilarang. Karena pengaturan dua fase memberikan kapasitas tertinggi dalam beberapa kejadian, maka pengaturan tersebut disarankan sebagai dasar dalam kebanyakan analisa lampu lalu-lintas.

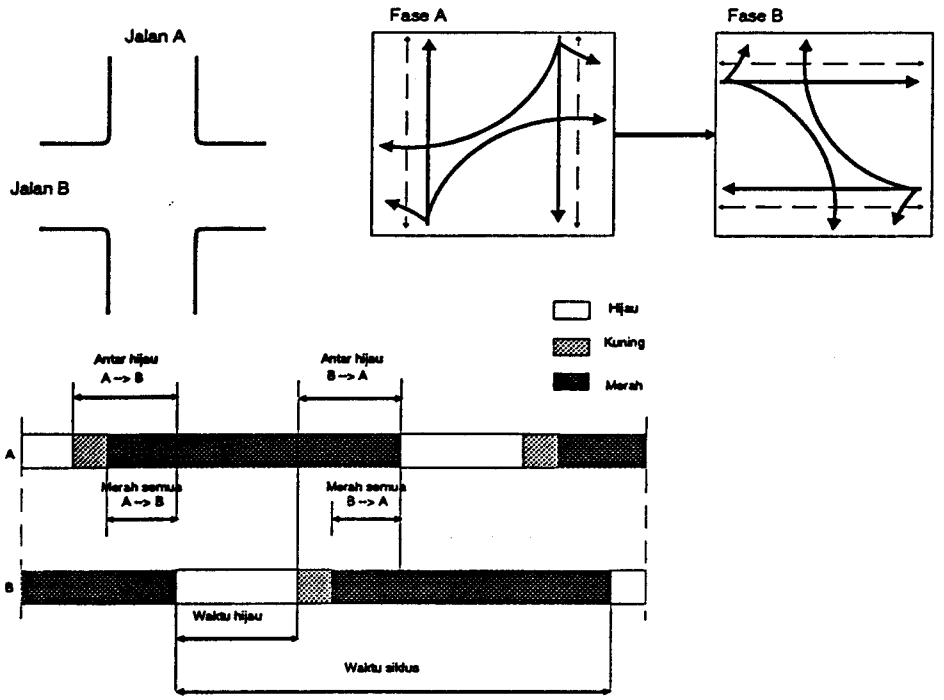
Gambar 1.2:2 juga memberikan penjelasan tentang urutan perubahan sinyal dengan sistim dua fase, termasuk definisi dari waktu siklus, waktu hijau dan periode antar hijau (lihat juga Bagian 1.3). Maksud dari periode antar hijau (IG = kuning + merah semua) di antara dua fase yang berurutan adalah untuk:

.1 memperingatkan lalu-lintas yang sedang bergerak bahwa fase sudah berakhir.

.2 menjamin agar kendaraan terakhir pada fase hijau yang baru saja diakhiri memperoleh waktu yang cukup untuk ke luar dari daerah konflik sebelum kendaraan pertama dari fase berikutnya memasuki daerah yang sama.

Fungsi yang pertama dipenuhi oleh waktu kuning, sedangkan yang kedua dipenuhi oleh waktu merah semua yang berguna sebagai waktu pengosongan antara dua fase.

Waktu merah semua dan waktu kuning pada umumnya ditetapkan sebelumnya dan tidak berubah selama periode operasi. Jika waktu hijau dan waktu siklus juga ditetapkan sebelumnya, maka dikatakan sinyal tersebut dioperasikan dengan cara **kendali waktu tetap.**



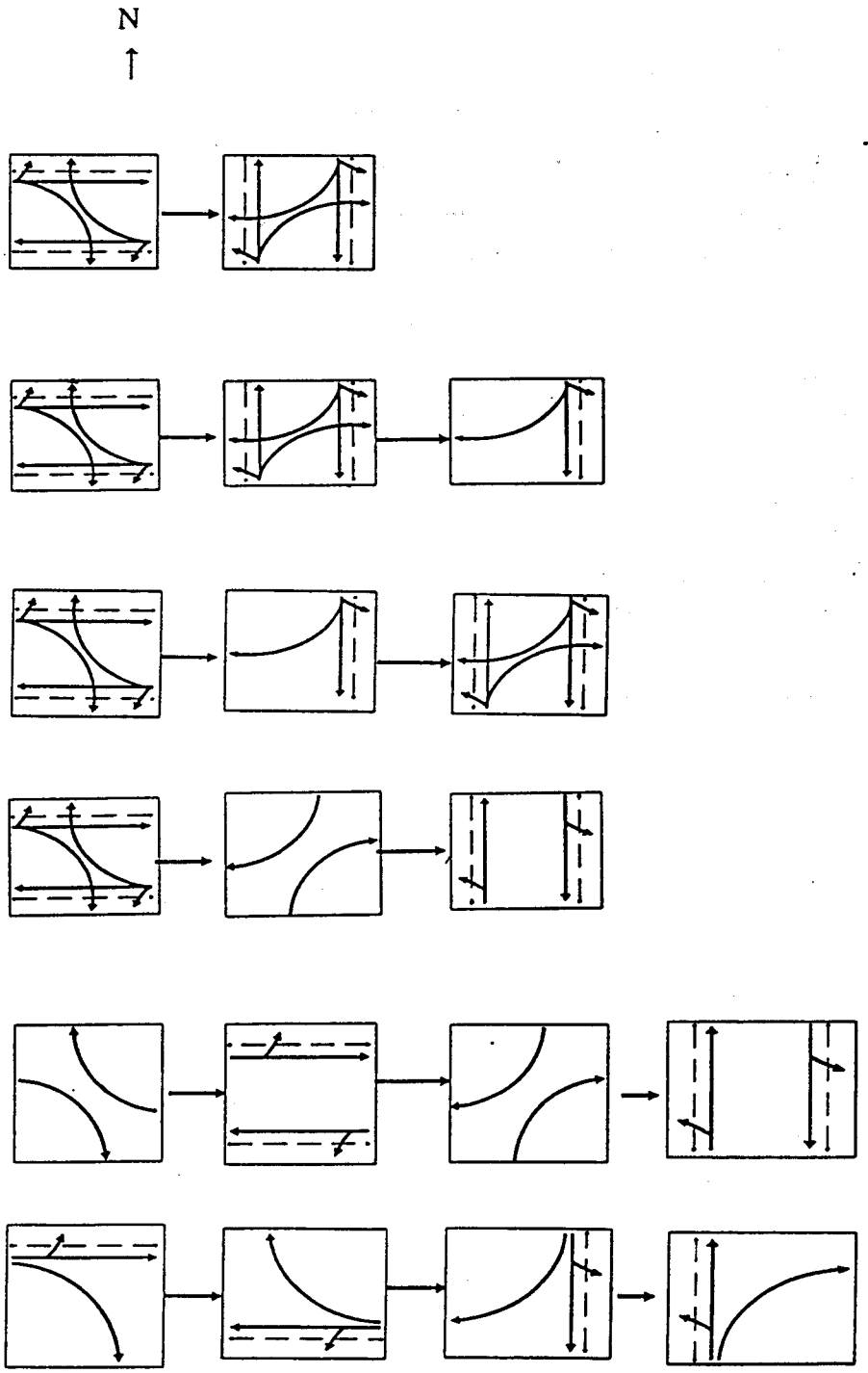
Gambar 1.2:2 Urutan waktu pada pengaturan sinyal dengan dua-fase.

Dalam sistem lama, pola waktu yang sama digunakan sepanjang hari/minggu; pada sistim yang lebih modern, rencana waktu sinyal yang berbeda yang ditetapkan sebelumnya, dan digunakan untuk kondisi yang berbeda pula, sebagai contoh, kondisi lalu-lintas puncak pagi, puncak sore dan lewat puncak. Dengan tersedianya data lalu-lintas, manual ini dapat digunakan untuk menghitung waktu-sinyal terbaik bagi setiap kondisi.

Jika pertimbangan keselamatan lalu-lintas atau pembatasan-pembatasan kapasitas memerlukan pemisahan satu atau lebih gerakan belok kanan, maka banyaknya fase harus ditambah. Gambar 1.2:3 menunjukan contoh-contoh rencana fase yang berlainan untuk keperluan tersebut. Penggunaan lebih dari dua fase biasanya akan menambah waktu siklus dan rasio waktu yang disediakan untuk pergantian antara fase (kecuali untuk tipe tertentu dari Sinyal aktuasi kendaraan yang terkendali). Meskipun hal ini memberi suatu keuntungan dari sisi keselamatan lalu-lintas, pada umumnya berarti bahwa kapasitas keseluruhan dari simpang tersebut akan berkurang.

Berangkatnya arus lalu-lintas selama waktu hijau sangat dipengaruhi oleh rencana fase yang memperhatikan gerakan belok kanan. Jika arus belok kanan dari suatu pendekat yang ditinjau dan/atau dari arah berlawanan terjadi dalam fase yang sama dengan arus berangkat lurus dan belok-kiri dari pendekat tersebut (seperti Kasus 1 dalam Gambar 1.2:3), maka arus berangkat tersebut

dianggap sebagai **terlawan**. Jika tidak ada arus belok kanan dari pendekat-pendekat tersebut, atau jika arus belok kanan diberangkatkan ketika lalu-lintas lurus dari arah berlawanan sedang menghadapi merah (seperti dalam kasus 5 dan 6 pada Gambar 1.2:3), arus berangkat tersebut dianggap sebagai **terlindung**. Pada kasus 2 dan 3 arus berangkat dari pendekat Utara adalah terlawan sebagian dan terlindung sebagian. Pada kasus 4 arus berangkat dari pendekat Utara dan Selatan adalah terlindung, sedangkan dari pendekat Timur dan Barat adalah terlawan.



Kasus	Karakteristik
1.	Pengaturan dua fase, hanya konflik-konflik primer yang dipisah-kan.
2.	Pengaturan tiga fase dengan pemutusan paling akhir pada pendekat Utara agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan dari arah ini.
3.	Pengaturan tiga fase dengan start-dini dari pendekat utara agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan dari arah ini.
4.	Pengaturan tiga fase dengan belok kanan terpisah pada salah satu jalan.
5.	Pengaturan empat fase dengan belok kanan terpisah pada kedua jalan.
6.	Pengaturan empat fase dengan arus berangkat dari satu-persatu pendekat pada saatnya masing-masing.

Gambar 1.2:3 Pengaturan-pengaturan fase sinyal

1.3 DEFINISI DAN ISTILAH

Notasi, istilah dan definisi khusus untuk simpang bersinyal terdapat dibawah (lihat juga definisi umum pada Bab 1, Bagian 4).

KONDISI DAN KARAKTERISTIK LALU LINTAS.

emp	EKIVALEN MOBIL PENUMPANG	Faktor dari berbagai tipe kendaraan sehubungan dengan keperluan waktu hijau untuk keluar dari antrian apabila dibandingkan dengan sebuah kendaraan ringan (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang sasisnya sama, emp=1,0)
smp	SATUAN MOBIL PENUMPANG	Satuan arus lalu-lintas dari berbagai tipe kendaraan yang diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan faktor emp.
Type O	ARUS BERANGKAT TERLAWAN	Keberangkatan dengan konflik antara gerak belok kanan dan gerak lurus/belok kiri dari bagian pendekat dengan lampu hijau pada fase yang sama.
Type P	ARUS BERANGKAT TER-LINDUNG	Keberangkatan tanpa konflik antara gerakan lalu-lintas belok kanan dan lurus.
LT	BELOK KIRI	Indeks untuk lalu-lintas yang belok kiri.
LTOR	BELOK KIRI LANGSUNG	Indeks untuk lalu-lintas belok kiri yang diijinkan lewat pada saat sinyal merah.
ST	LURUS	Indeks untuk lalu-lintas yang lurus.
RT	BELOK KANAN	Indeks untuk lalu-lintas yang belok kekanan.
T	PEMBELOKAN	Indeks untuk lalu-lintas yang berbelok.
p_{RT}	RASIO BELOK KANAN	Rasio untuk lalu-lintas yang belok kekanan.
Q	ARUS LALU LINTAS	Jumlah unsur lalu-lintas yang melalui titik tak terganggu di hulu, pendekat per satuan waktu (sbg. contoh: kebutuhan lalu-lintas kend./jam; smp/jam).
Q_O	ARUS MELAWAN	Arus lalu-lintas dalam pendekat yang berlawanan, yang berangkat dalam fase hijau yang sama.

Q_{RTO}	ARUS MELAWAN, BELOK KANAN	Arus dari lalu-lintas belok kanan dari pendekat yang berlawanan (kend./jam; smp/jam).
S	ARUS JENUH	Besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau).
S_o	ARUS JENUH DASAR	Besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau).
DS	DERAJAT KEJENUHAN	Rasio dari arus lalu-lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat (Q×c/S×g).
FR	RASIO ARUS	Rasio arus terhadap arus jenuh (Q/S) dari suatu pendekat.
IFR	RASIO ARUS SIMPANG	Jumlah dari rasio arus kritis (= tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus ($IFR = \Sigma(Q/S)_{CRIT}$).
PR	RASIO FASE	Rasio arus kritis dibagi dengan rasio arus simpang (sbg.contoh: untuk fase i : $PR = FR_i/IFR$).
C	KAPASITAS	Arus lalu-lintas maksimum yang dapat dipertahankan (sbg.contoh, untuk bagian pendekat j: $C_j = S_j \times g_j/c$; kend./jam, smp/jam).
F	FAKTOR PENYESUAIAN	Faktor koreksi untuk penyesuaian dari nilai ideal ke nilai sebenarnya dari suatu variabel.
D	TUNDAAN	Waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Tundaan terdiri dari TUNDAAN LALU LINTAS (DT) dan TUNDAAN GEOMETRI (DG). DT adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu-lintas dengan gerakan lalu-lintas yang bertentangan. DG adalah disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok disimpangan dan/atau yang terhenti oleh lampu merah.
QL	PANJANG ANTRIAN	Panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat (m).
NQ	ANTRIAN	Jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kend; smp).
NS	ANGKA HENTI	Jumlah rata-rata berhenti per kendaraan (termasuk berhenti berulang-ulang dalam antrian)

P_{SV}	RASIO KENDARAAN TERHENTI	Rasio dari arus lalu-lintas yang terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti akibat pengendalian sinyal.

KONDISI DAN KARAKTERISTIK GEOMETRIK

	PENDEKAT	Daerah dari suatu lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. (Bila gerakan lalu-lintas kekiri atau kekanan dipisahkan dengan pulau lalu-lintas, sebuah lengan persimpangan jalan dapat mempunyai dua pendekat).
W_A	LEBAR PENDEKAT	Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, diukur di bagian tersempit disebelah hulu (m).
W_{MASUK}	LEBAR MASUK	Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, diukur pada garis henti (m).
W_{KELUAR}	LEBAR KELUAR	Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan oleh lalu-lintas buangan setelah melewati persimpangan jalan (m).
W_e	LEBAR EFEKTIF	Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap W_A, W_{MASUK} dan W_{KELUAR} dan gerakan lalu-lintas membelok; m).
L	JARAK	Panjang dari segmen jalan (m).
GRAD	LANDAI JALAN	Kemiringan dari suatu segmen jalan dalam arah perjalanan (+/-%).

KONDISI LINGKUNGAN

COM	KOMERSIAL	Tata guna lahan komersial (sbg. contoh: toko, restoran, kantor) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
RES	PERMUKIMAN	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
RA	AKSES TERBATAS	Jalan masuk langsung terbatas atau tidak ada sama sekali (sbg. contoh, karena adanya hambatan fisik, jalan samping dsb.).
CS	UKURAN KOTA	Jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan.

SF	HAMBATAN SAMPING	Interaksi antara arus lalu-lintas dan kegiatan di samping jalan yang menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh di dalam pendekat.

PARAMETER PENGATURAN SINYAL

i	FASE	Bagian dari siklus-sinyal dengan lampu-hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu-lintas (i = indeks untuk nomor fase).
c	WAKTU SIKLUS	Waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (sbg. contoh, diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekat yang sama; det.).
g	WAKTU HIJAU	Waktu nyala hijau dalam suatu pendekat (det.).
g_{max}	WAKTU HIJAU MAKSIMUM	Waktu hijau maksimum yang diijinkan dalam suatu fase untuk kendali lalu-lintas aktuasi kendaraan (det.).
g_{min}	WAKTU HIJAU MINIMUM	Waktu hijau minimum yang diperlukan (sbg.contoh, karena penyeberangan pejalan kaki, det.).
GR	RASIO HIJAU	Perbandingan antara waktu hijau dan waktu siklus dalam suatu pendekat (GR = g/c).
ALL-RED	WAKTU MERAH SEMUA	Waktu di mana sinyal merah menyala bersamaan dalam pendekat-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berturutan (det.)
AMBER	WAKTU KUNING	Waktu di mana lampu kuning dinyalakan setelah hijau dalam sebuah pendekat (det.).
IG	ANTAR HIJAU	Periode kuning+merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (det.)
LTI	WAKTU HILANG	Jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (det). Waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.

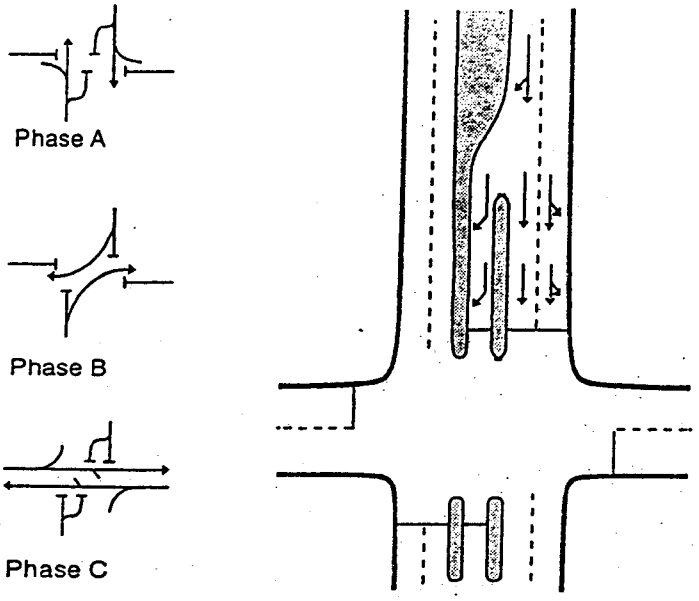
2. METODOLOGI

2.1 PRINSIP UMUM

Metodologi untuk analisa simpang bersinyal yang diuraikan di bawah ini, didasarkan pada prinsip-prinsip utama sebagai berikut :

a) Geometri

Perhitungan dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Satu lengan simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekat, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub-pendekat. Hal ini terjadi jika gerakan belok-kanan dan/atau belok-kiri mendapat sinyal hijau pada fase yang berlainan dengan lalu-lintas yang lurus, atau jika dipisahkan secara fisik dengan pulau-pulau lalu-lintas dalam pendekat.



Untuk masing-masing pendekat atau sub-pendekat lebar efektif (W_e) ditetapkan dengan mempertimbangkan denah dari bagian masuk dan ke luar suatu simpang dan distribusi dari gerakan-gerakan membelok.

b) Arus lalu-lintas

Perhitungan dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu-lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore.

Arus lalu-lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok-kiri Q_{LT}, lurus QST dan belok-kanan Q_{RT}) dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan:

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat:	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Contoh : $Q = Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC}$

c) Model dasar

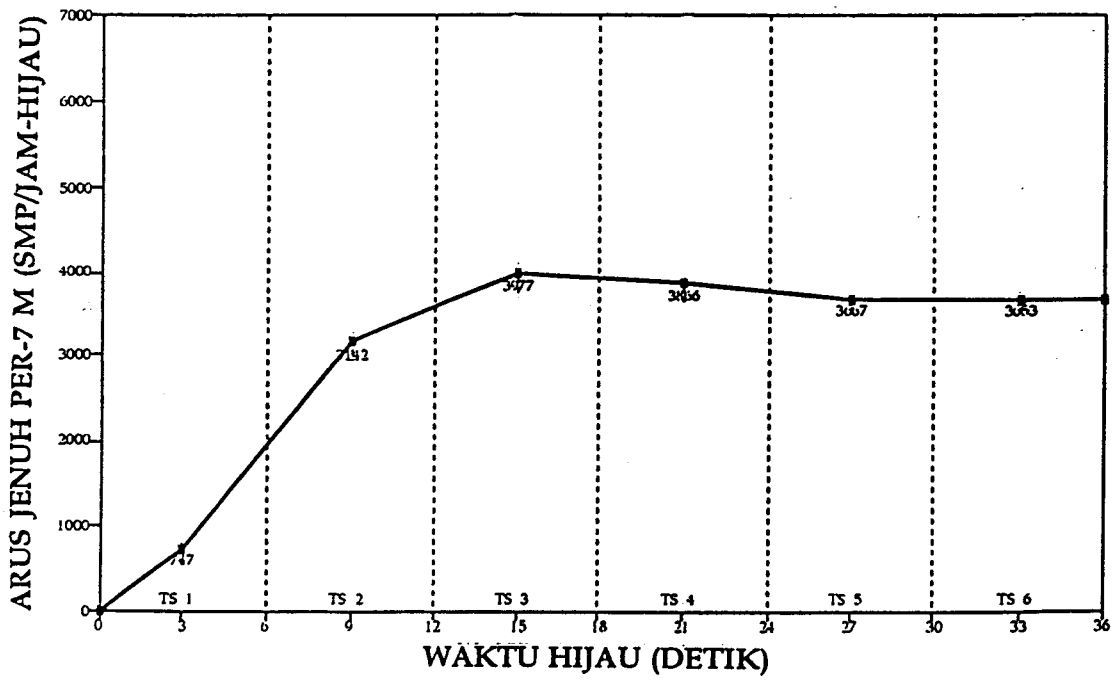
Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$C = S \times g/c \quad (1)$$

di mana:
C = Kapasitas (smp/jam)
S = Arus Jenuh, yaitu arus berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau = smp per-jam hijau)
g = Waktu hijau (det).
c = Waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama)

Oleh karena itu perlu diketahui atau ditentukan waktu sinyal dari simpang agar dapat menghitung kapasitas dan ukuran perilaku lalu-lintas lainnya.

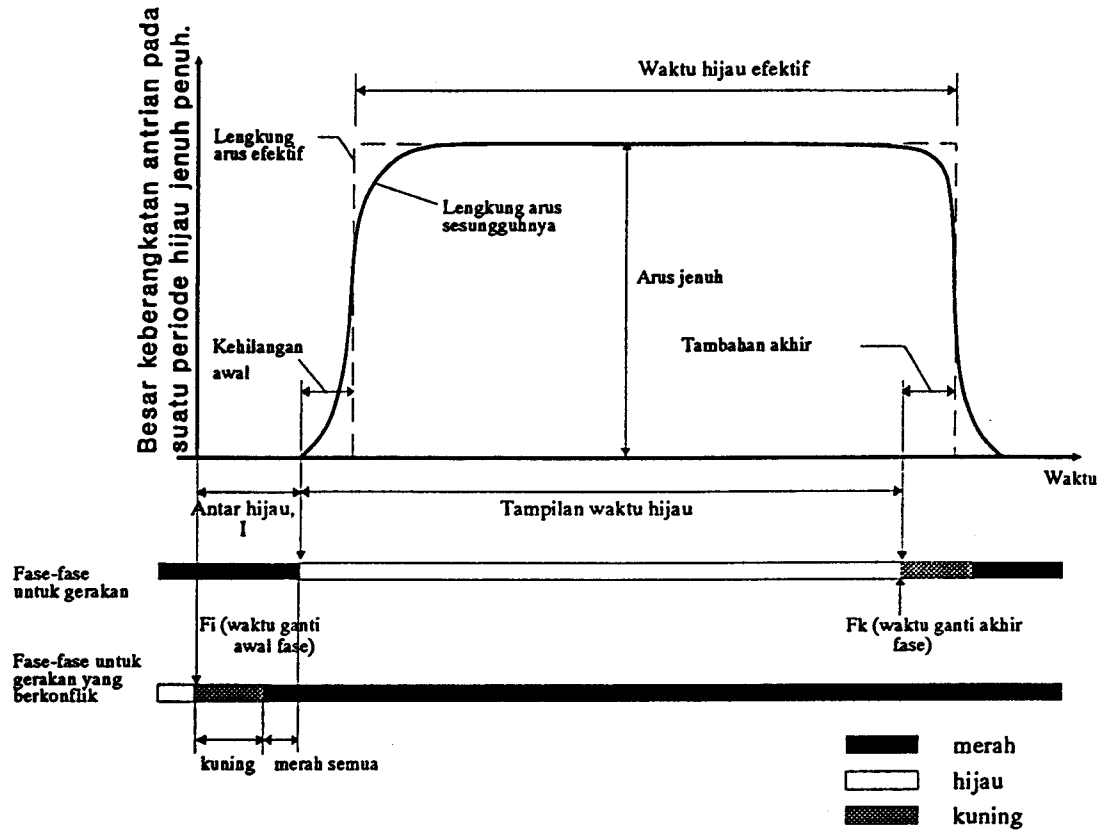
Pada rumus (1) di atas, arus jenuh dianggap tetap selama waktu hijau. Meskipun demikian dalam kenyataannya, arus berangkat mulai dari 0 pada awal waktu hijau dan mencapai nilai puncaknya setelah 10-15 detik. Nilai ini akan menurun sedikit sampai akhir waktu hijau, lihat Gambar 2.1:1 di bawah. Arus berangkat juga terus berlangsung selama waktu kuning dan merah-semua hingga turun menjadi 0, yang biasanya terjadi 5 - 10 detik setelah awal sinyal merah.



Gambar 2.1:1 Arus jenuh yang diamati per selang waktu enam detik

Permulaan arus berangkat menyebabkan terjadinya apa yang disebut sebagai '**Kehilangan awal**' dari waktu hijau efektif, arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu '**Tambahan akhir**' dari waktu hijau efektif, lihat Gambar 2.1:2. Jadi besarnya waktu hijau efektif, yaitu lamanya waktu hijau di mana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar S, dapat kemudian dihitung sebagai:

Waktu Hijau Efektif = Tampilan waktu hijau - Kehilangan awal + Tambahan akhir (2)



Gambar 2.1:2 Model dasar untuk arus jenuh (Akcelik 1989)

Melalui analisa data lapangan dari seluruh simpang yang disurvai telah ditarik kesimpulan bahwa rata-rata besarnya Kehilangan awal dan Tambahan akhir, keduanya mempunyai nilai sekitar 4,8 detik. Sesuai dengan rumus (1a) di atas, untuk kasus standard, besarnya waktu hijau efektif menjadi sama dengan waktu hijau yang ditampilkan. Kesimpulan dari analisa ini adalah bahwa tampilan waktu hijau dan besar arus jenuh puncak yang diamati dilapangan untuk masing-masing lokasi, dapat digunakan pada rumus (1) di atas, untuk menghitung kapasitas pendekat tanpa penyesuaian dengan kehilangan awal dan tambahan akhir.

Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_o) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya

$$S = S_o \times F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times \ldots\ldots \times Fn \quad (3)$$

Untuk pendekat terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (W_e):

$$S_o = 600 \times W_e \quad (4)$$

Penyesuaian kemudian dilakukan untuk kondisi-kondisi berikut ini :

-	Ukuran kota	CS, jutaan penduduk
-	Hambatan samping	SF, kelas hambatan samping dari lingkungan jalan dan kendaraan tak bermotor
-	Kelandaian	G, % naik(+) atau turun (-)
-	Parkir	P, jarak garis henti - kendaraan parkir pertama.
-	Gerakan membelok	RT, % belok-kanan LT, % belok-kiri

Untuk pendekat terlawan, keberangkatan dari antrian sangat dipengaruhi oleh kenyataan bahwa sopir-sopir di Indonesia tidak menghormati "aturan hak jalan" dari sebelah kiri yaitu kendaraan-kendaraan belok kanan memaksa menerobos lalu-lintas lurus yang berlawanan. Model-model dari negara Barat tentang keberangkatan ini, yang didasarkan pada teori "penerimaan celah" (gap - acceptance), tidak dapat diterapkan. Suatu model penjelasan yang didasarkan pada pengamatan perilaku pengemudi telah dikembangkan dan diterapkan dalam manual ini. Apabila terdapat gerakan belok kanan dengan rasio tinggi, umumnya menghasilkan kapasitas-kapasitas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan model Barat yang sesuai. Nilai-nilai smp yang berbeda untuk pendekat terlawan juga digunakan seperti diuraikan diatas.

Arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (W_e) dan arus lalu-lintas belok kanan pada pendekat tersebut dan juga pada pendekat yang berlawanan, karena pengaruh dari faktor-faktor tersebut tidak linier. Kemudian dilakukan penyesuaian untuk kondisi sebenarnya sehubungan dengan Ukuran kota, Hambatan samping, Kelandaian dan Parkir sebagaimana terdapat dalam rumus 2 di atas.

d) Penentuan waktu sinyal.

Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali waktu tetap dilakukan berdasarkan metoda Webster (1966) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang. Pertama-tama ditentukan waktu siklus (c), selanjutnya waktu hijau (g_i) pada masing-masing fase (i).

WAKTU SIKLUS

$$c = (1{,}5 \times LTI + 5) / (1 - \Sigma FR_{crit}) \quad (5)$$

di mana:

c	=	Waktu siklus sinyal (detik)
LTI	=	Jumlah waktu hilang per siklus (detik)
FR	=	Arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S)
FR_{crit}	=	Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal.
$\Sigma(FR_{crit})$	=	Rasio arus simpang = jumlah FR_{crit} dari semua fase pada siklus tersebut.

Jika waktu siklus tersebut lebih kecil dari nilai ini maka ada risiko serius akan terjadinya lewat jenuh pada simpang tersebut. Waktu siklus yang terlalu panjang akan menyebabkan meningkatnya tundaan rata-rata. Jika nilai $\Sigma(FR_{crit})$ mendekati atau lebih dari 1 maka simpang tersebut adalah lewat jenuh dan rumus tersebut akan menghasilkan nilai waktu siklus yang sangat tinggi atau negatif.

WAKTU HIJAU

$$g_i = (c - LTI) \times FR_{crit} / \Sigma(FR_{crit}) \quad (6)$$

di mana:

g_i	=	Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

Kinerja suatu simpang bersinyal pada umumnya lebih peka terhadap kesalahan-kesalahan dalam pembagian waktu hijau daripada terhadap terlalu panjangnya waktu siklus. Penyimpangan kecilpun dari rasio hijau (g/c) yang ditentukan dari rumus 5 dan 6 diatas menghasilkan bertambah tingginya tundaan rata-rata pada simpang tersebut.

e) Kapasitas dan derajat kejenuhan

Kapasitas pendekat diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c) pada masing-masing pendekat, lihat Rumus (1) di atas.

Derajat kejenuhan diperoleh sebagai:

$$DS = Q/C = (Q \times c) / (S \times g) \quad (7)$$

f) Perilaku lalu-lintas (kualitas lalu-lintas)

Berbagai ukuran perilaku lalu-lintas dapat ditentukan berdasarkan pada arus lalu-lintas (Q), derajat kejenuhan (DS) dan waktu sinyal (c dan g) sebagaimana diuraikan di bawah :

PANJANG ANTRIAN

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ_2) :

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (8)$$

dengan

$$NQ_1 = 0{,}25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8\times(DS-0{,}5)}{C}}\right] \quad (8.1)$$

jika DS > 0,5; selain dari itu $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (8.2)$$

dimana:

NQ_1	jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.
NQ_2	jumlah smp yang datang selama fase merah.
DS	derajat kejenuhan
GR	rasio hijau
c	waktu siklus (det)
C	kapasitas (smp/jam) = arus jenuh kali rasio hijau (S × GR)
Q	arus lalu-lintas pada pendekat tersebut (smp/det)

Untuk keperluan perencanaan, Manual memungkinkan untuk penyesuaian dari nilai rata-rata ini ketingkat peluang pembebanan lebih yang dikehendaki.

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp ($20m^2$) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = NQ_{MAX} \times \frac{20}{W_{MASUK}} \quad (9)$$

ANGKA HENTI

Angka henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata per-kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, dihitung sebagai

$$NS = 0{,}9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (10)$$

dimana c adalah waktu siklus (det) dan Q arus lalu-lintas (smp/jam) dari pendekat yang ditinjau.

RASIO KENDARAAN TERHENTI

Rasio kendaraan terhenti p_{SV}, yaitu rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang, i dihitung sebagai:

$$p_{sv} = min\ (NS,1) \quad (11)$$

dimana NS adalah angka henti dari suatu pendekat.

TUNDAAN

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal:

1) TUNDAAN LALU LINTAS (DT) karena interaksi lalu-lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang.

2) TUNDAAN GEOMETRI (DG) karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti karena lampu merah.

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung sebagai:

$$D_j = DT_j + DG_j \quad (12)$$

dimana:
D_j = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)
DT_j = Tundaan lalu-lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)
DG_j = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Tundaan lalu-lintas rata-rata pada suatu pendekat j dapat ditentukan dari rumus berikut (didasarkan pada Akcelik 1988):

$$DT = c \times \frac{0{,}5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \quad (13)$$

dimana:
DT_j = Tundaan lalu-lintas rata-rata pada pendekat j (det/smp)
GR = Rasio hijau (g/c)
DS = Derajat kejenuhan
C = Kapasitas (smp/jam)
NQ_1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (Rumus 8.1 diatas).

Perhatikan bahwa hasil perhitungan tidak berlaku jika kapasitas simpang dipengaruhi oleh faktor-faktor "luar" seperti terhalangnya jalan keluar akibat kemacetan pada bagian hilir, pengaturan oleh polisi secara manual dsb.

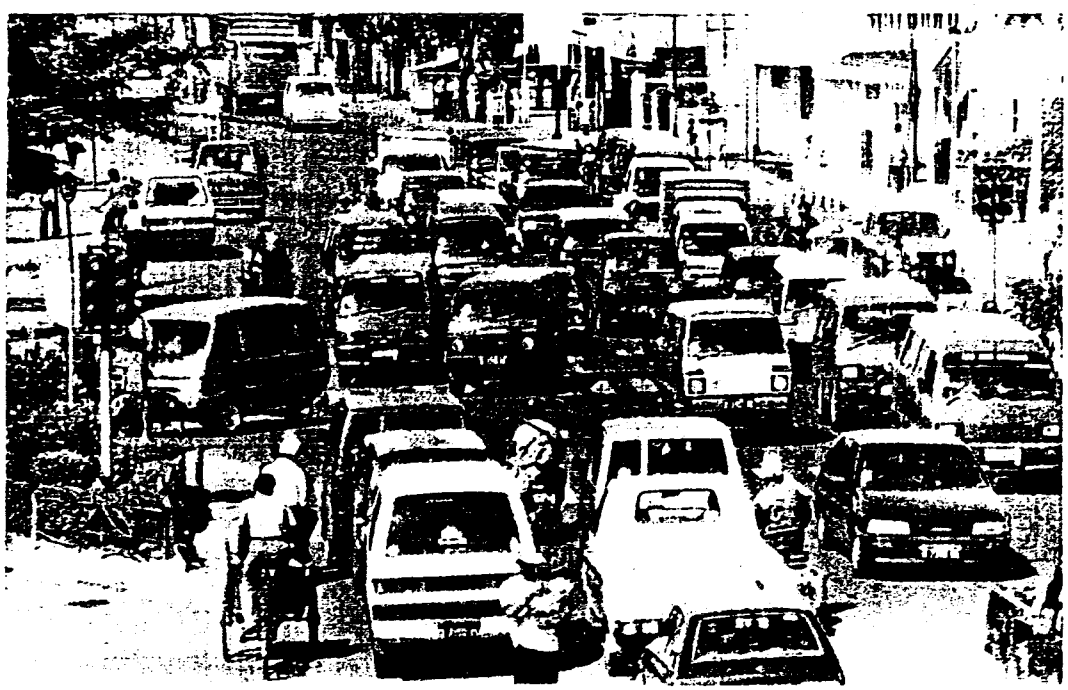
Tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat j dapat diperkirakan sebagai berikut :

$$DG_j = (1-p_{sv}) \times p_T \times 6 + (p_{sv} \times 4) \quad (14)$$

dimana:
DG_j = Tundaan geometri rata-rata pada pendekat j (det/smp)
p_{sv} = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat
p_T = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

Nilai normal 6 detik untuk kendaraan belok tidak berhenti dan 4 detik untuk yang berhenti didasarkan anggapan-anggapan: 1) kecepatan = 40 km/jam; 2) kecepatan belok tidak berhenti = 10 km/jam; 3) percepatan dan perlambatan = 1,5 m/det^2; 4) kendaraan berhenti melambat untuk meminimumkan tundaan, sehingga menimbulkan hanya tundaan percepatan.

Arus berangkat terlindung dari pendekat bersinyal yaitu tidak adanya konflik antara kendaraan belok kanan dengan lalu-lintas dari arah yang berlawanan.



Pada pendekat terlindung tanpa median, kendaraan belok kanan sering kali menggunakan lajur-lawan ketika mengambil gilirannya.

Pada pendekat terlawan, kendaraan belok kanan biasanya tidak menghormati hak pemakaian jalan bagi lalu-lintas lurus.

Jika tidak ada median, kendaraan-kendaraan belok kanan menutup lintasan dari gerakan lalu-lintas lurus dengan "memotong" jalur yang berlawanan.

2.2 PEDOMAN PENGGUNAAN

2.2.1 Tipe penggunaan manual

Manual dapat memenuhi berbagai macam kebutuhan dan jenis perhitungan untuk simpang bersinyal sebagaimana dicontohkan di bawah:

a) Perancangan

Diketahui:	Arus-arus lalu-lintas harian (LHRT).
Tugas:	Penentuan denah dan tipe pengaturan.
Contoh:	Penentuan fase dan denah simpang untuk suatu simpang yang dirancang dengan tuntutan lalu-lintas tertentu.
	Perbandingan dengan cara pengaturan dan tipe fasilitas jalan yang lain, seperti pengaturan tanpa sinyal, bundaran dsb.

b) Perencanaan

Diketahui:	Denah dan arus lalu-lintas (per jam atau per hari)
Tugas:	Penentuan rencana yang disarankan.
Contoh:	Pemakaian sinyal bagi simpang yang sebelumnya tidak menggunakan sinyal.
	Peningkatan dari simpang bersinyal yang telah ada, misalnya dengan fase sinyal dan rencana pendekat yang baru.
	Perencanaan simpang bersinyal yang baru.

c) Pengoperasian

Diketahui:	Rencana Geometrik, fase sinyal dan arus lalu-lintas perjam.
Tugas:	Perhitungan waktu sinyal dan kapasitas.
Contoh:	Memperbaharui waktu sinyal untuk berbagai perioda dari hari tersebut.
	Perkiraan kapasitas cadangan dan kebutuhan yang diharapkan bagi peningkatan kapasitas dan/atau perubahan fase sinyal sebagai hasil dari pertumbuhan lalu-lintas tahunan.

Waktu sinyal yang dihitung dengan manual ini disarankan untuk sinyal dengan kendali waktu-tetap bagi kondisi lalu-lintas yang digunakan sebagai data masukan. Untuk keperluan pemasangan di lapangan, supaya berada pada sisi yang aman terhadap fluktuasi lalu-lintas, maka disarankan suatu penambahan waktu hijau sebesar 10% secara proporsional dan penambahan waktu siklus yang sepadan. Jika penentuan waktu digunakan untuk **pengaturan aktuasi lalu-lintas** waktu hijau maksimum sebaiknya ditentukan 25-40% lebih besar dari pada waktu hijau jika menggunakan kendali waktu-tetap.

Metoda penentuan waktu sinyal dapat juga digunakan untuk menentukan waktu siklus minimum pada suatu sistem **koordinasi sinyal dengan waktu tetap** (yaitu seluruh sistem akan beroperasi dengan waktu siklus tertinggi yang dibutuhkan untuk salah satu simpangnya).

Bagian 2.3 PANDUAN REKAYASA LALU-LINTAS memberikan saran tentang pemilihan tipe pengaturan dan situasi sebagai masukan untuk berbagai tingkat analisa rinci yang berbeda. Metodologi yang digunakan pada masing-masing tingkat pada dasarnya adalah sama, yaitu menghitung waktu sinyal, kapasitas dan kualitas lalu-lintas untuk kumpulan data masukan yang berurutan sampai diperoleh suatu penyelesaian yang memuaskan bagi persoalan yang diberikan.

2.2.2 Nilai Normal

Pada tingkat operasional (c di atas) semua data masukan yang diperlukan pada umumnya dapat diperoleh karena perhitungan-perhitungan merujuk ke pada simpang bersinyal yang telah ada. Tetapi untuk keperluan perancangan dan perencanaan sejumlah anggapan harus dibuat agar dapat menerapkan prosedur-prosedur perhitungan yang diuraikan pada Bagian 3. Pedoman awal sehubungan dengan anggapan dan nilai normal untuk digunakan dalam kasus-kasus ini diberikan dibawah :

a) Arus lalu-lintas

Jika hanya arus lalu-lintas harian (LHRT) saja yang ada tanpa diketahui distribusi lalu-lintas pada setiap jamnya, maka **arus rencana per jam** dapat diperkirakan sebagai suatu persentase dari LHRT sebagai berikut:

Tipe kota dan jalan	Faktor persen k k × LHRT = arus rencana/jam
Kota-kota > 1 juta penduduk	
- Jalan-jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	7 - 8 %
- Jalan pada daerah permukiman	8 - 9 %
Kota-kota ≤ 1 juta penduduk	
- Jalan-jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	8 - 10 %
- Jalan pada daerah permukiman	9 - 12 %

Jika **distribusi gerakan membelok** tidak diketahui dan tidak dapat diperkirakan, 15% belok-kanan dan 15% belok-kiri dari arus pendekat total dapat dipergunakan (kecuali jika ada gerakan membelok tersebut yang akan dilarang):

Nilai-nilai normal untuk **komposisi lalu-lintas** berikut dapat digunakan bila tidak ada taksiran yang lebih baik:

Ukuran kota Juta penduduk	Komposisi lalu-lintas kendaraan bermotor%			Rasio kendaraan tak bermotor (UM/MV)
	Kendaraan ringan LV	Kendaraan berat HV	Sepeda motor MC	
> 3 juta	60	4,5	35,5	0,01
1 - 3 juta	55,5	3,5	41	0,05
0,5 - 1 juta	40	3,0	57	0,14
0,1 - 0,5 juta	63	2,5	34,5	0,05
< 0,1 juta	63	2,5	34,5	0,05

b) Penentuan fase dan waktu sinyal

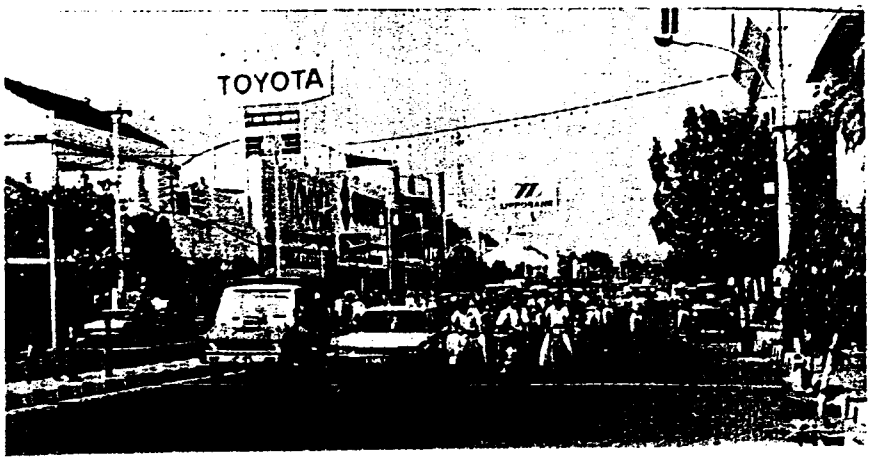
Jika jumlah dan jenis **fase sinyal** tidak diketahui, maka pengaturan dengan dua-fase sebaiknya digunakan sebagai kasus dasar. Pemisahan gerakan-gerakan belok kanan biasanya hanya dapat dipertimbangkan kalau suatu gerakan membelok melebihi 200 smp/jam.

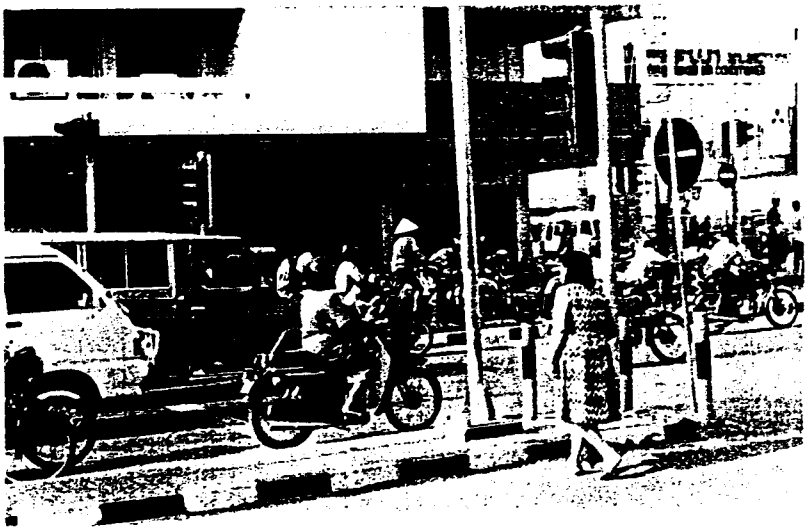
Waktu antar hijau sebaiknya ditentukan dengan menggunakan metodologi yang diuraikan pada langkah B-2. Untuk keperluan perancangan dan simpang simetris nilai normal berikut dapat digunakan (lihat juga langkah C dibawah):

Ukuran simpang	Lebar jalan rata-rata	Nilai normal waktu antar hijau
Kecil	6 - 9 m	4 det per fase
Sedang	10 - 14 m	5 det per fase
Besar	$\geq$ 15 m	$\geq$ 6 det per fase

c) Lebar pendekat

Panduan rekayasa lalu-lintas pada bagian 2.3 di bawah memberikan saran pemilihan tipe simpang, jumlah lajur dan fase sinyal yang dapat digunakan sebagai anggapan awal dalam analisa rinci. Untuk perencanaan simpang baru, pemilihan sebaiknya didasarkan terutama pada pertimbangan ekonomis (bagian 2.3.3b). Untuk analisa operasional 'simpang yang sudah ada' pemilihan terutama didasarkan pada perilaku lalu-lintas (bagian 2.3.3c), biasanya dengan tujuan untuk memastikan agar derajat kejenuhan pada jam puncak tidak lebih besar dari 0,75.





Rasio sepeda motor yang sangat tinggi di kota-kota di Indonesia menyebabkan timbulnya kelompok sepeda motor yang besar, mengumpul pada garis henti sebelum awal sinyal hijau.

2.3 PANDUAN REKAYASA LALU LINTAS

2.3.1 Tujuan

Tujuan Bagian ini adalah untuk membantu para pengguna manual dalam memilih penyelesaian yang sesuai dengan masalah-masalah umum perancangan, perencanaan, dan operasional dengan menyediakan saran-saran mengenai tipe dan denah standar simpang bersinyal yang layak dan penerapannya pada berbagai kondisi arus. Disarankan untuk perencanaan **simpang baru** sebaiknya didasarkan pada analisa biaya siklus hidup dari perencanaan yang paling ekonomis pada arus lalu-lintas tahun dasar yang berbeda, lihat bagian 2.3.3b. Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar pemilihan asumsi awal tentang denah dan rencana yang diterapkan jika menggunakan metode perhitungan rinci seperti diterangkan pada Bagian 3 dari Bab ini.

Untuk analisa operasional dan peningkatan **simpang yang sudah ada**, saran diberikan dalam bentuk perilaku lalu-lintas sebagai fungsi arus pada keadaan standar, lihat Bagian 2.3.3c. Rencana dan bentuk pengaturan lalu-lintas harus dengan tujuan memastikan derajat kejenuhan tidak melebihi nilai yang dapat diterima (biasanya 0,75). Saran-saran juga diberikan mengenai masalah berikut yang berkaitan dengan **rencana detail** dan **pengaturan lalu-lintas**:

- Dampak terhadap keselamatan lalu-lintas dan asap kendaraan akibat perubahan perencanaan geometri dan pengaturan lalu-lintas.
- Hal-hal perencanaan rinci terutama yang mengenai kapasitas dan keselamatan.
- Jenis pengaturan lalu-lintas dan alat-alat pengaturan lalu-lintas.

2.3.2 Definisi tipe (jenis) simpang standar dan pola-pola fase sinyal

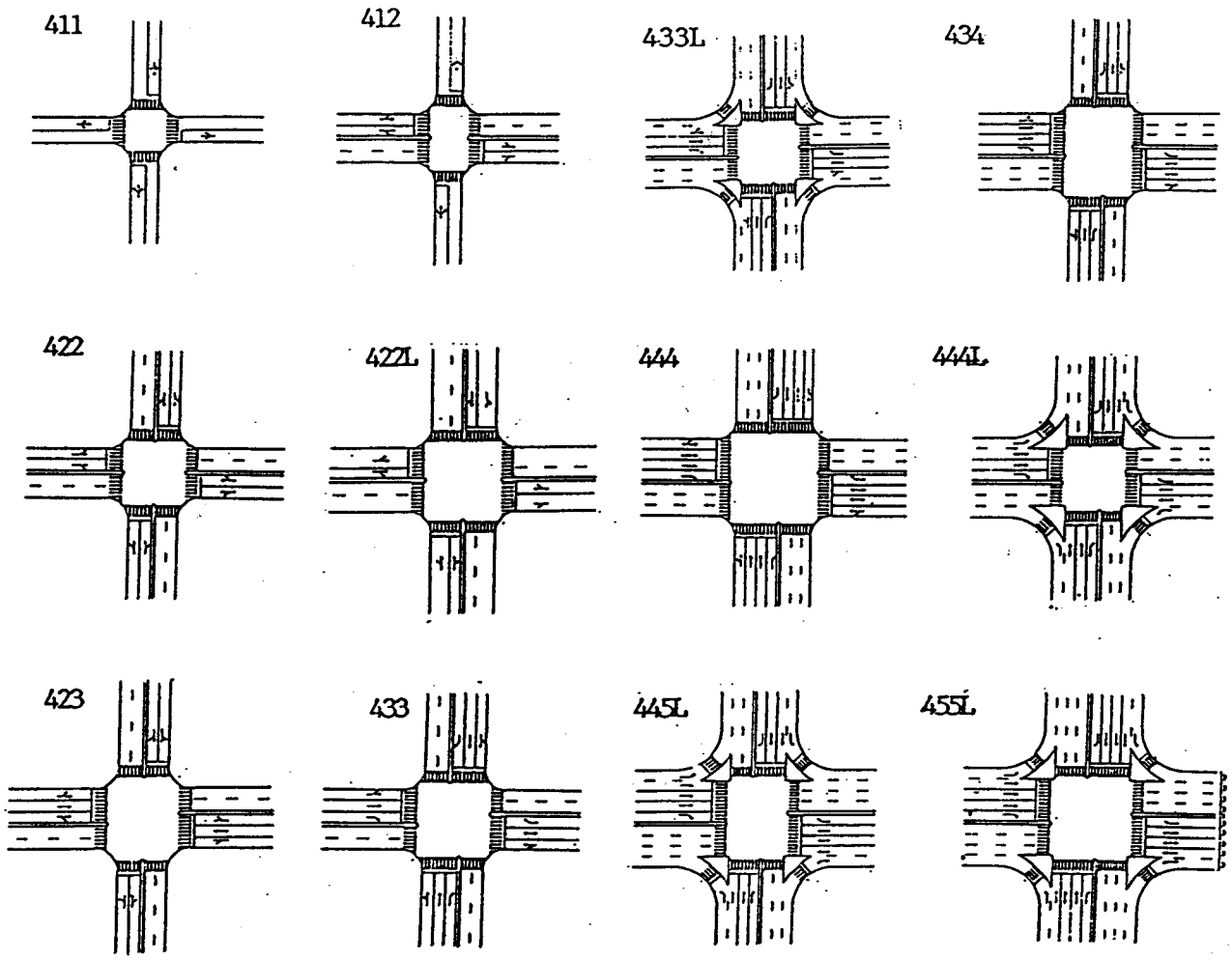
Buku Standar Spesifikasi Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan (Direktorat Jenderal Bina Marga, Maret 1992) mencantumkan panduan umum untuk perencanaan simpang sebidang. Informasi lain yang berhubungan terutama tentang marka jalan terdapat pada buku "Produk Standar untuk Jalan Perkotaan" (Direktorat Jenderal Bina Marga, Februari 1987).

Dokumen ini mencantumkan parameter-parameter perencanaan untuk simpang-simpang berbagai kelas jalan, tetapi tidak menentukan jenis simpang tertentu. Sejumlah jenis-jenis simpang ditunjukkan pada Gambar 2.3.2:1-2 dan Tabel 2.3.2:1 dibawah untuk penggunaan khusus pada Bagian panduan ini.

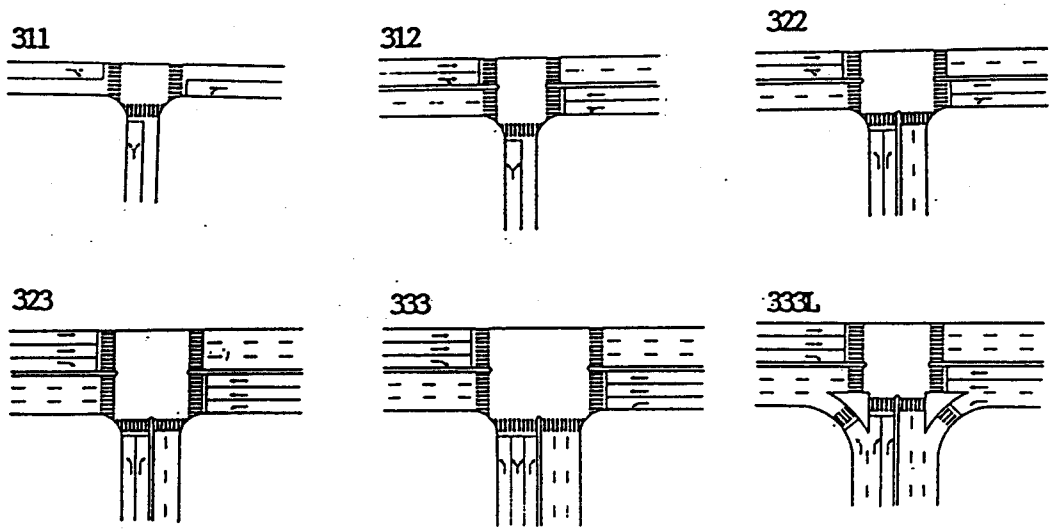
Semua jenis simpang dianggap mempunyai kereb dan trotoar yang cukup, dan ditempatkan pada daerah perkotaan dengan hambatan samping yang sedang.

Semua gerakan membelok dianggap diperbolehkan dan beberapa gerakan membelok adalah gerakan yang terus menerus (Belok kiri langsung = LTOR) jika ditunjukkan seperti pada Tabel 2.3.2:1. Metode perhitungan rinci dalam manual ini juga memungkinkan analisa jalan satu arah.

Pengaturan lalu-lintas (pada simpang terisolir) dengan waktu tetap dianggap menggunakan fase sinyal seperti disarankan dalam Tabel 2.3.2:1 (lihat Gambar 2.3.2:3). Lihat juga Bagian 2.3.5 untuk penjelasan jenis-jenis pengaturan sinyal.



Gambar 2.3.2:1 Jenis-jenis simpang empat lengan



Gambar 2.3.2:2 Jenis-jenis simpang tiga lengan

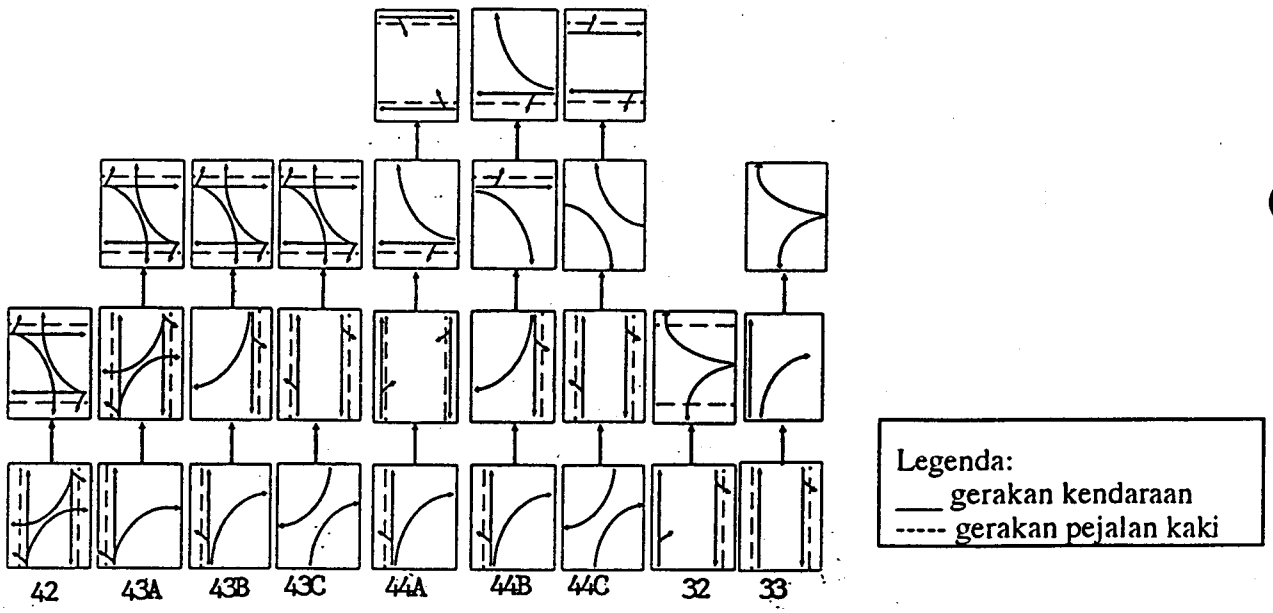
SIMPANG EMPAT LENGAN

Kode jenis	Pendekat jalan utama			Pendekat jalan minor			Jenis fase	
	Jumlah lajur	Median	LTOR	Jumlah lajur	Median	LTOR	LT/RT %	
							10/10	25/25
411	1	N	N	1	N	N	42	42
412	2	Y	N	1	N	N	42	42
422	2	Y	N	2	Y	N	42	42
422L	2	Y	Y	2	Y	Y	42	42
423	3	Y	N	2	Y	N	43A	43C
433	3	Y	N	3	Y	N	44C	44B
433L	3	Y	Y	3	Y	Y	44C	44B
434	4	Y	N	3	Y	N	44C	44B
444	4	Y	N	4	Y	N	44C	44B
444L	4	Y	Y	4	Y	Y	44C	44B
445L	5	Y	Y	4	Y	Y	44C	44B
455L	5	Y	Y	5	Y	Y	44C	44B

SIMPANG TIGA LENGAN

Kode jenis	Pendekat jalan utama			Pendekat jalan minor			Jenis fase	
	Jumlah lajur	Median	LTOR	Jumlah lajur	Median	LTOR	LT/RT %	
							10/10	25/25
311	1	N	N	1	N	N	32	32
312	2	Y	N	1	N	N	32	32
322	2	Y	N	2	Y	N	32	32
323	3	Y	Y	2	Y	Y	33	33
333	3	Y	N	3	Y	N	33	33
333L	3	Y	Y	3	Y	Y	33	33

Tabel 2.3.2:1 Definisi jenis-jenis simpang bersinyal



Gambar 2.3.2:3 Jenis-jenis rencana fase sinyal

2.3.3 Pemilihan jenis simpang

a) Umum

Pada umumnya sinyal lalu-lintas digunakan dengan satu atau lebih alasan berikut ini:

- Untuk menghindari kemacetan sebuah simpang oleh arus lalu-lintas yang berlawanan, sehingga kapasitas simpang dapat dipertahankan selama keadaan lalu-lintas puncak.

- Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas yang disebabkan oleh tabrakan antara kendaraan-kendaraan yang berlawanan arah. Pemasangan sinyal lalu-lintas dengan alasan keselamatan lalu-lintas umumnya diperlukan bila kecepatan kendaraan yang mendekati simpang sangat tinggi dan/atau jarak pandang terhadap gerakan lalu-lintas yang berlawanan tidak memadai yang disebabkan oleh bangunan-bangunan atau tumbuh-tumbuhan yang dekat pada sudut-sudut simpang.

- Untuk mempermudah menyeberangi jalan utama bagi kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan minor.

Pemasangan sinyal lalu-lintas tidak selalu menambah kapasitas dan keselamatan pada sebuah simpang. Penggunaan metoda yang ditunjukkan pada bab ini dan bab-bab lainnya dalam manual ini memungkinkan perkiraan dampak pemasangan sinyal terhadap kapasitas dan ukuran kinerja bila dibandingkan dengan pengaturan simpang tak bersinyal atau bundaran.

b) Pertimbangan ekonomi

Saran mengenai **tipe simpang** yang paling ekonomis (**simpang bersinyal, simpang tak bersinyal atau bundaran)** yang berdasarkan analisa biaya siklus hidup (BSH) ditunjukkan dalam bab 1, bagian 5.2.1b.

Perencanaan simpang bersinyal baru yang paling ekonomis (empat lengan atau tiga lengan) sebagai fungsi arus total tahun-1 (kend/jam), rasio jalan utama / minor, rasio belok kiri/kanan dan ukuran kota ditunjukkan pada Tabel 2.3.3:1 dibawah.

Gambar 2.3.3:1 menunjukkan informasi yang sama sebagai fungsi arus lalu-lintas tahun-1 pada jalan yang perpotongan (dua-arah) untuk keadaan dengan ukuran kota 1-3 juta dan rasio arus belok kiri dan kanan 10 %. Gambar menunjukkan bahwa simpang empat lengan yang simetris dengan 1 lajur tiap pendekat adalah yang paling ekonomis untuk arus dibawah 2.000 kend/jam (1.000 kend/jam pada masing-masing jalan). Untuk arus antara 2.000 dan 3.400 kend/jam, simpang sebaiknya mempunyai 2 lajur per pendekat. Untuk arus antara 3.400 dan 3.800 kend/jam, diperlukan 3 lajur per pendekat, untuk arus antara 4.000 dan 4.600 kend/jam, diperlukan empat lajur per pendekat dan seterusnya.

Diluar daerah perkotaan harga pembebasan tanah lebih rendah, yang memungkinkan simpang yang lebih besar, tetapi kecepatan rencana biasanya lebih tinggi, yang menyebabkan rencana simpang yang lebih luas untuk tipe yang sama menurut pedoman standar Bina Marga.

Kondisi			Ambang arus lalu-lintas, arus simpang total (kend/jam)											
Ukuran kota (juta)	Rasio (Q_{ma}/Q_{mi})	LT/RT	Jenis simpang											
			411	412	422	422L	423	433	433L	434L	444	444L	445L	455L
1,0-3,0	1/1	10/10	<2.050		2.050	2.850		3.100	3.350		3.900	-		4.600-5.050
		25/25	<1.800		1.800	-		2.300	2.700		-	-		4.100-5.850
	1,5/1	10/10	<1.900	1.900	2.400	3.000	-	3.250	3.400	3.900	4.100	-	-	4.750-5.050
	2/1	10/10	<1.900	1.900	2.300	2.950	-	3.100	3.500	3.900	4.300	-	-	4.750-5.250
0,5-1,0	1/1	10/10	<2.050		2.050	2.850		3.100	3.900		4.100			5.050-5.700
0,1-0,5	1/1	10/10	<2.050		2.050	3.100		-	3.350		3.900			4.600-5.050

			311	312	322	323	333L	333
1,0-3,0	1/1	10/10	<1.500		1.500		2.550-3.900	-
		25/25	<1.350		1.350		1.900-3.650	-
	1,5/1	10/10	<1.350	1.500	2.200	2.550	3.000	3.800-4.100
	2/1	10/10	<1.600	1.600	2.200	2.550	3.150	3.900-4.100
0,5-1,0	1/1	10/10	<1.500		1.500		2.550-4.300	
0,1-0,5	1/1	10/10	<1.500		1.500		2.550-3.900	

Penjelasan:

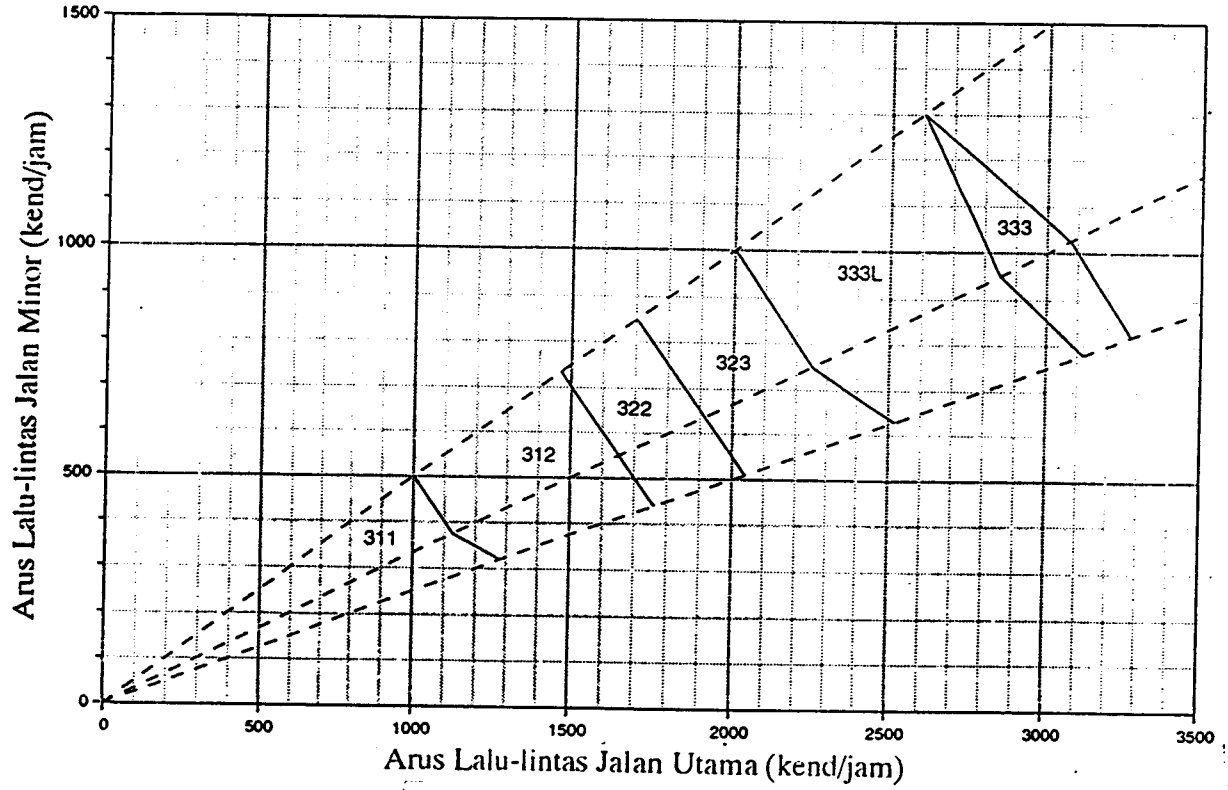
Rasio — Rasio arus antara jalan utama dan jalan minor

LT/RT — Persen arus belok kiri dan kanan (10/10 artinya pada masing-masing pendekat 10% belok kiri dan 10% belok kanan)

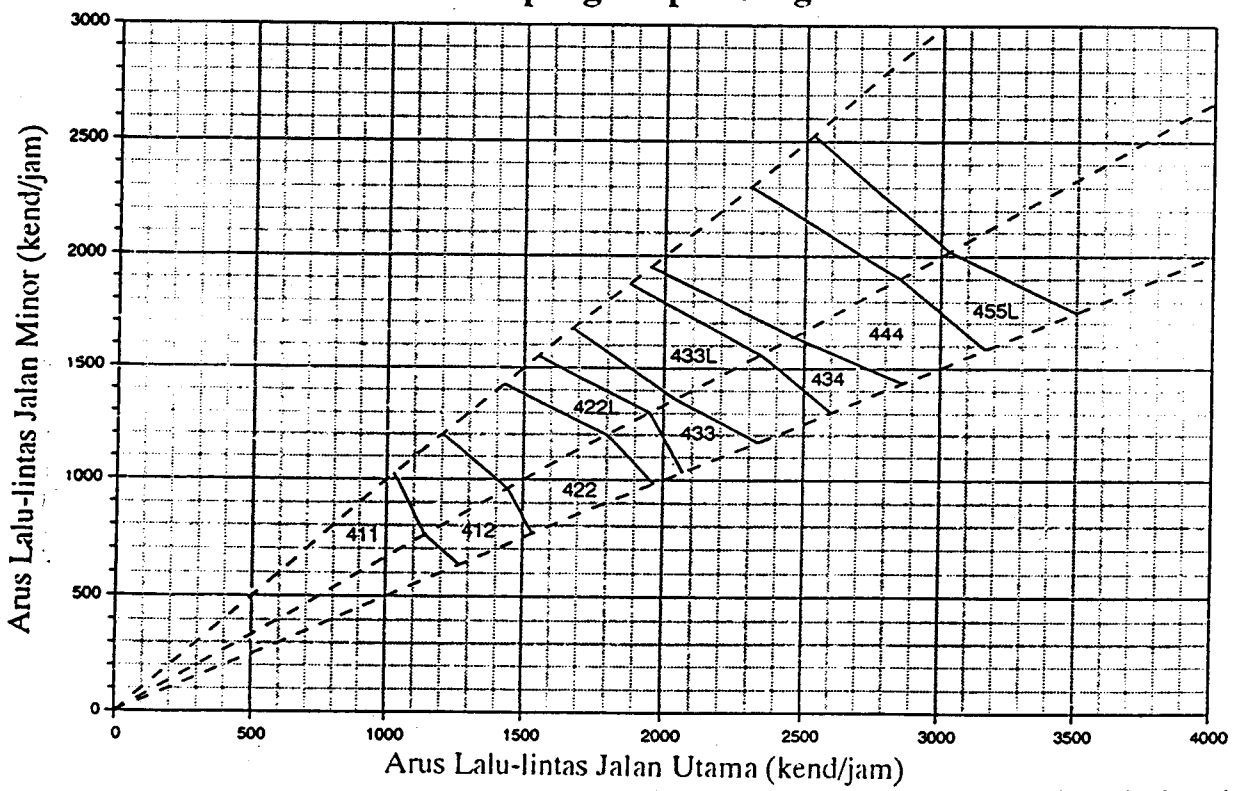
Tipe simpang — Jumlah lengan simpang/jumlah lajur per pendekat jalan minor/jumlah lajur per pendekat jalan utama.
Contoh 412 artinya simpang4-lengan dengan 1 lajur pada pendekat minor dan 2 lajur pada pendekat utama.

Tabel 2.3.3:1 — Panduan pemilihan simpang bersinyal yang paling ekonomis di daerah perkotaan, konstruksi baru

Simpang Tiga Lengan



Simpang Empat Lengan



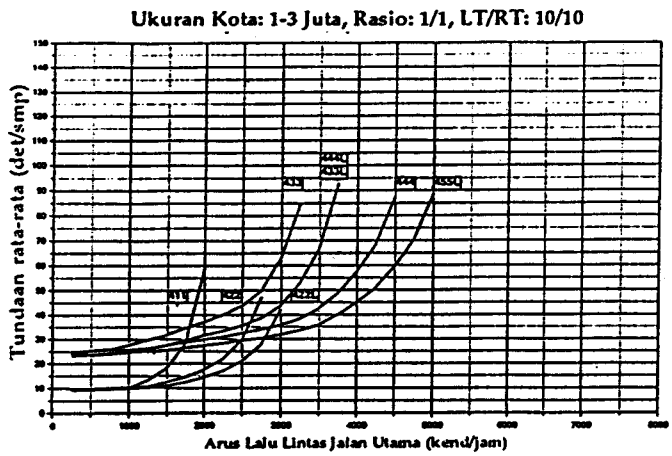
Gambar 2.3.3:1 Panduan untuk memilih simpang bersinyal yang paling ekonomis pada daerah perkotaan, konstruksi baru. Ukuran kota 1 - 3 juta, rasio belok kiri dan kanan 10%

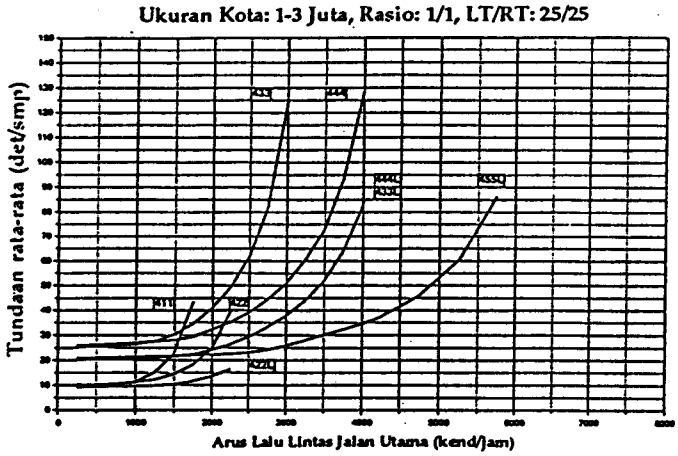
c) Perilaku lalu-lintas (kualitas lalu-lintas)

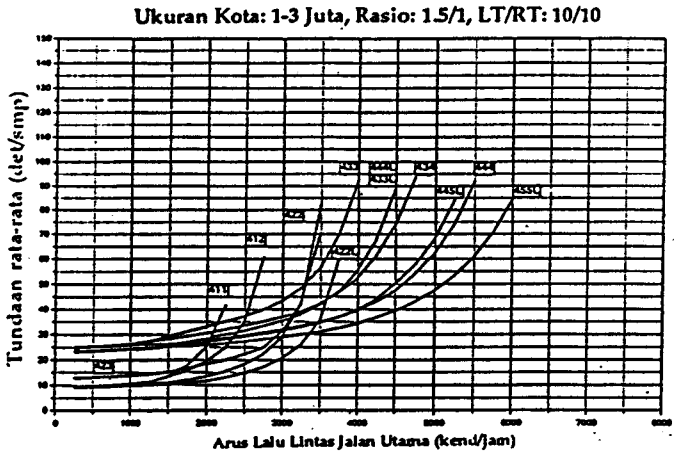
Tujuan **analisa perencanaan dan operasional (untuk meningkatkan) simpang bersinyal yang sudah ada,** biasanya untuk penyesuaian waktu sinyal dan untuk perbaikan kecil pada geometri simpang agar perilaku lalu-lintas yang diinginkan dapat dipertahankan baik pada ruas jalan maupun pada jaringan jalan bersinyal. Tundaan rata-rata (det/smp) sebagai fungsi rasio arus/kapasitas simpang bersinyal diberikan dalam Tabel 2.3.3:2 dan Gambar 2.3.3:2-3 dibawah, dengan anggapan fase sinyal dan pengendalian waktu tetap yang terisolir seperti diterangkan pada bagian 2.3.2. Hasilnya menunjukkan kapasitas kira-kira, faktor-smp, dan rentang perilaku lalu-lintas masing-masing tipe simpang. Hasil tersebut dapat digunakan untuk perancangan atau untuk pemilihan anggapan; misalnya dalam analisa perencanaan dan operasional untuk peningkatan simpang yang sudah ada. Dalam hal demikian sebaiknya perlu berhati-hati untuk tidak melewati rasio arus/kapasitas = 0,75 selama jam puncak tahun rencana.

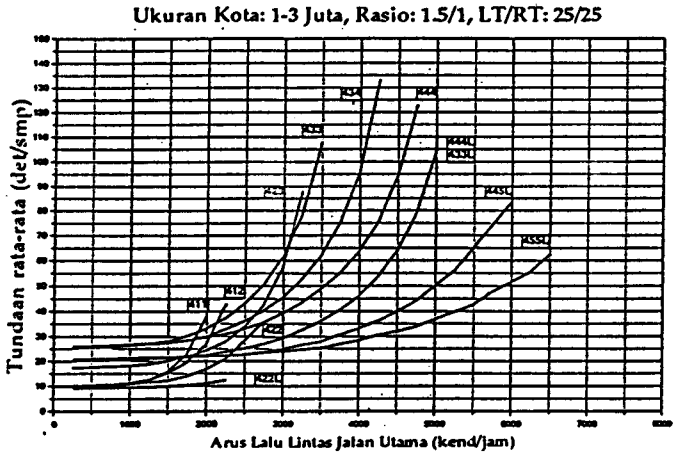
Keadaan		Tundaan rata-rata (det/smp)											
LT/RT	Q/C	Tipe simpang / Kapasitas (smp/jam) / Faktor-SMP (F_{SMP})											
		411	412	422	422L	423	433	433L	434	444	444L	445L	455L
		2700	3500	4200	4500	4300	4400	5100	5400	6100	5100	6000	6800
		0,7645	0,7645	0,7645	0,7645	0,7372	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825
10/10	0	9	9	9	9	13	25	23	25	24	23	23	24
	0,25	9	10	10	9	13	26	24	27	26	24	24	25
	0,50	10	13	12	11	17	34	31	33	31	31	30	29
	0,75	18	19	17	17	25	43	38	42	42	38	40	40
	1	59	61	47	42	70	84	93	94	87	93	84	88
		2300	2900	3400	4400	3900	4100	5400	4800	5400	5400	6800	8200
		0,7645	0,7645	0,7645	0,7645	0,7098	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825	0,6825
25/25	0	10	10	10	9	17	25	20	25	26	20	20	21
	0,25	10	10	10	9	18	26	21	26	27	21	21	22
	0,50	11	12	12	10	22	30	24	33	32	24	25	26
	0,75	15	19	18	11	34	49	38	52	51	38	40	37
	1	43	43	39	60	88	124	82	133	128	82	83	83
		311	312	322	323	333	333L						
		2200	3200	3600	4100	5100	5100						
		0,7235	0,7235	0,7235	0,6825	0,6825	0,6825						
10/10	0	9	10	10	15	17	15						
	0,25	10	10	10	16	19	16						
	0,50	11	12	13	19	23	18						
	0,75	18	20	20	28	33	26						
	1	48	63	62	65	83	66						
		1900	2500	2800	3900	4400	4900						
		0,7235	0,7235	0,7235	0,6825	0,6825	0,6825						
25/25	0	10	10	10	14	18	14						
	0,25	10	10	11	15	18	15						
	0,50	12	11	11	18	22	18						
	0,75	16	17	17	27	34	26						
	1	48	38	38	62	78	68						

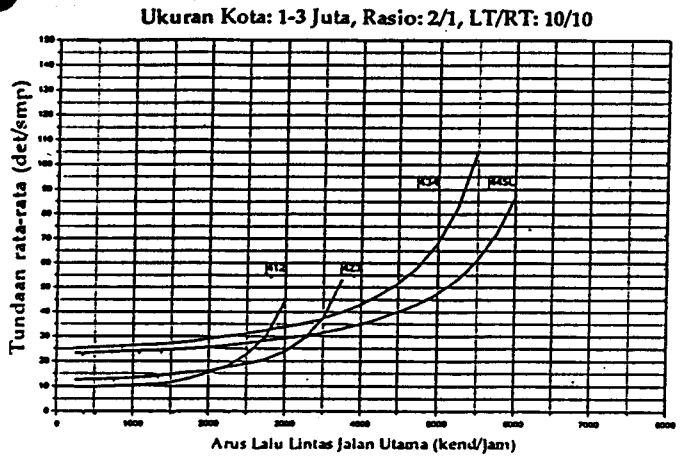
Tabel 2.3.3:2 Perilaku lalu-lintas pada simpang 4 dan 3 lengan, ukuran kota 1 - 3 juta rasio arus utama/minor = 1/1

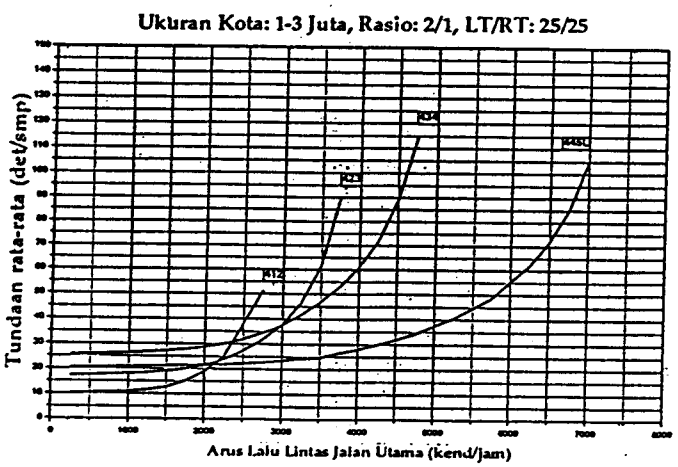






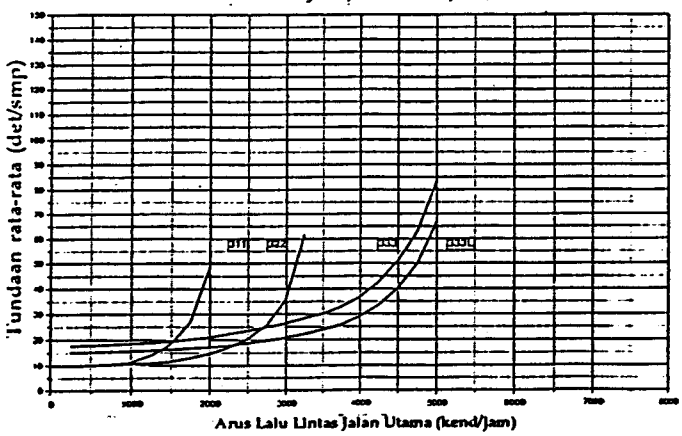




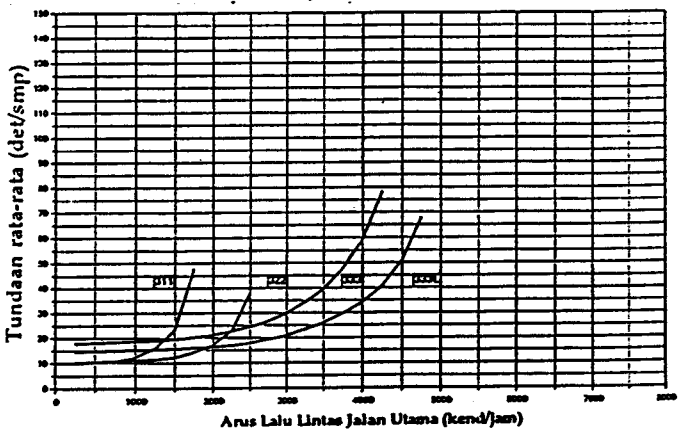


Gambar 2.3.3:2 Perilaku lalu-lintas pada simpang empat lengan

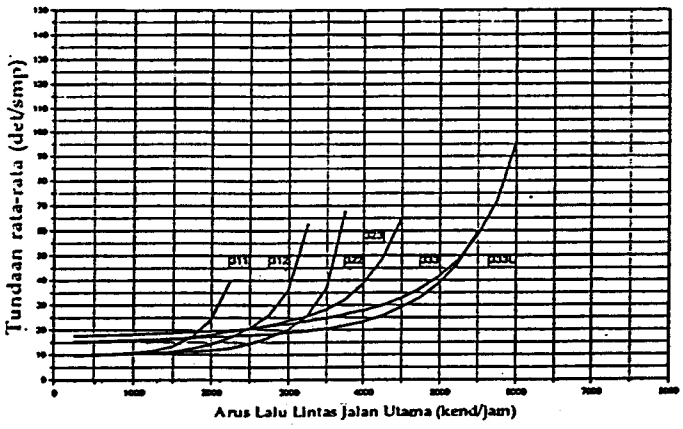
Ukuran Kota: 1-3 Juta, Rasio: 1/1, LT/RT: 10/10



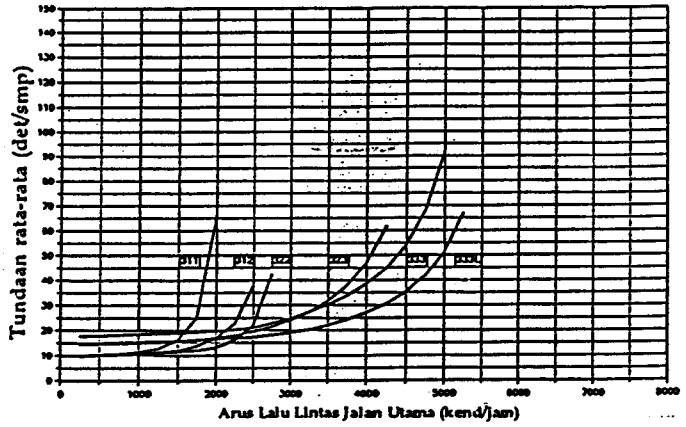
Ukuran Kota: 1-3 Juta, Rasio: 1/1, LT/RT: 25/25



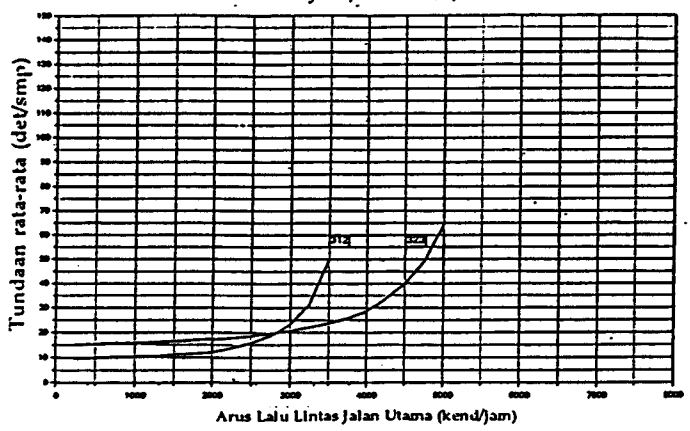
Ukuran Kota: 1-3 Juta, Rasio: 1.5/1, LT/RT: 10/10



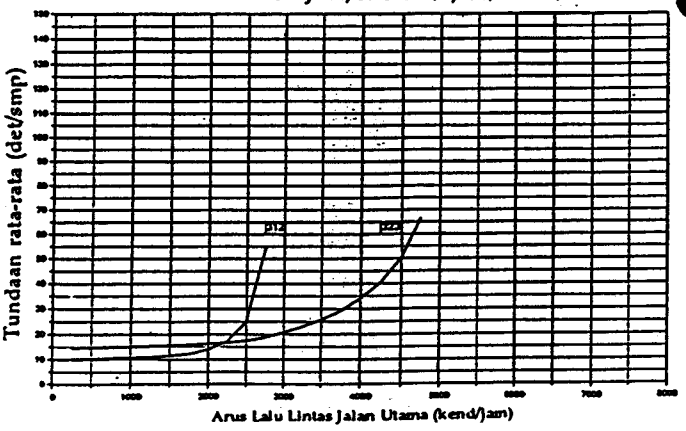
Ukuran Kota: 1-3 Juta, Rasio: 1.5/1, LT/RT: 25/25



Ukuran Kota: 1-3 Juta, Rasio: 2/1, LT/RT: 10/10



Ukuran Kota: 1-3 Juta, Rasio: 2/1, LT/RT: 25/25



Gambar 2.3.3:3 Perilaku lalu-lintas pada simpang tiga lengan

d) Pertimbangan keselamatan lalu-lintas

Angka kecelakaan lalu-lintas pada simpang bersinyal diperkirakan sebesar 0,43 kecelakaan/juta kendaraan dibandingkan dengan 0,60 pada simpang tak bersinyal dan 0,30 pada bundaran.

DAMPAK PERENCANAAN GEOMETRI

- Sinyal lalu-lintas mengurangi jumlah kecelakaan pada simpang dengan empat lengan dibandingkan dengan simpang dengan tiga lengan
- Kanalisasi gerakan membelok (lajur terpisah dan pulau-pulau) juga mengurangi jumlah kecelakaan

DAMPAK KESELAMATAN AKIBAT PENGATURAN SINYAL

- Hijau awal dapat menambah jumlah kecelakaan
- Arus berangkat terlindung akan mengurangi jumlah kecelakaan dibandingkan dengan arus berangkat terlawan
- Penambahan antar hijau akan mengurangi jumlah kecelakaan

e) Pertimbangan lingkungan

Tidak ada data empiris dari Indonesia tentang emisi kendaraan pada saat pembuatan manual ini. Asap kendaraan dan emisi kebisingan umumnya berkurang dalam keadaan-keadaan berikut:

- Pengaturan sinyal terkoordinasi dan/atau sinyal aktuasi kendaraan akan mengurangi asap kendaraan dan emisi kebisingan bila dibandingkan dengan pengaturan sinyal waktu tetap untuk simpang terisolir.
- Waktu sinyal yang efisien akan mengurangi emisi.

2.3.4 Perencanaan rinci

Sebagai prinsip umum, simpang bersinyal bekerja paling efektif apabila simpang tersebut dapat beroperasi dengan moda dua fase (jenis fase 42 dan 32) dan bila keadaan-keadaan berikut dipenuhi:

- Daerah konflik didalam daerah simpang adalah kecil
- Simpang tersebut simetris, artinya jarak dari garis stop terhadap titik perpotongan untuk gerakan lalu-lintas yang berlawanan adalah simetris
- Lajur bersama untuk lalu-lintas lurus dan membelok digunakan sebanyak mungkin dibandingkan dengan lajur terpisah untuk lalu-lintas membelok

Saran umum lain mengenai perencanaan:

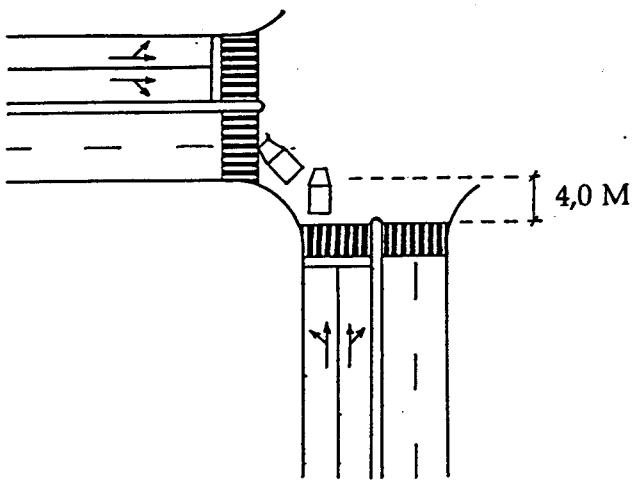
- Lajur terdekat dengan kereb sebaiknya dibuat lebih lebar daripada lebar standar untuk lalu-lintas kendaraan tak bermotor.

- Lajur membelok yang terpisah sebaiknya direncanakan menjauhi garis utama lalu-lintas, dan panjang lajur membelok harus mencukupi sehingga arus membelok tidak menghambat pada lajur terus.

- Median harus digunakan bila lebar jalan lebih dari 10 m untuk mempermudah penyeberangan pejalan kaki dan penempatan tiang sinyal kedua (lihat dibawah).

- Marka penyeberangan pejalan kaki sebaiknya ditempatkan 3-4 m dari garis lurus perkerasan untuk mempermudah kendaraan yang membelok mempersilahkan pejalan kaki menyeberang dan tidak menghalangi kendaraan-kendaraan yang bergerak lurus, lihat Gambar 2.3.4:1.

- Perhentian bis sebaiknya diletakkan setelah simpang, yaitu ditempat keluar dan bukan ditempat pendekat.



Gambar 2.3.4:1 Penempatan zebra-cross pada simpang bersinyal

2.3.5 Pengaturan lalu-lintas dan alat pengatur lalu-lintas

Pengaturan waktu tetap umumnya dipilih bila simpang tersebut merupakan bagian dari sistim sinyal lalu-lintas terkoordinasi.

Pengaturan sinyal semi aktuasi (detektor hanya dipasang pada jalan minor atau tombol penyeberangan pejalan kaki) umumnya dipilih bila simpang tersebut terisolir dan terdiri dari sebuah jalan minor atau penyeberangan pejalan kaki dan berpotongan dengan sebuah jalan arteri utama. Pada keadaan ini sinyal selalu hijau untuk jalan utama bila tidak ada kebutuhan dari jalan minor.

Pengaturan sinyal aktuasi penuh adalah moda pengaturan yang paling efisien untuk simpang terisolir diantara jalan-jalan dengan kepentingan dan kebutuhan lalu-lintas yang sama atau hampir sama.

Pengaturan sinyal terkoordinasi umumnya diperlukan bila jarak antara simpang bersinyal yang berdekatan adalah kecil (kurang dari 200 m). Manual ini tidak dapat digunakan pada koordinasi simpang. Meskipun waktu sinyal untuk simpang tunggal pada sistim terkoordinasi umumnya berdasarkan waktu sinyal dari pengaturan waktu tetap.

Fase sinyal umumnya mempunyai dampak yang besar pada tingkat kinerja dan keselamatan lalu-lintas sebuah simpang daripada jenis pengaturan. Waktu hilang sebuah simpang bertambah dan rasio hijau untuk setiap fase berkurang bila fase tambahan diberikan. Maka sinyal akan efisien bila dioperasikan hanya pada dua fase, yaitu hanya waktu hijau untuk konflik utama yang dipisahkan. Tetapi dari sudut keselamatan lalu-lintas, angka kecelakaan umumnya berkurang bila konflik utama antara lalu-lintas belok kanan dipisahkan dengan lalu-lintas terlawan, yaitu dengan fase sinyal terpisah untuk lalu-lintas belok kanan.

Jika arus belok kanan terlalu besar untuk dilayani dengan sistem 2 fase, langkah selanjutnya adalah menerapkan hijau awal untuk pendekat ini (dan hijau akhir untuk pendekat lawannya)

Fase (dan lajur) terpisah untuk lalu-lintas belok kanan disarankan terutama pada keadaan-keadaan berikut:

- Pada jalan-jalan arteri dengan batas kecepatan diatas 50 km/jam, kecuali bila jumlah kendaran belok kanan kecil sekali (kurang dari 50 kendaraan/jam per arah)
- Bila terdapat lebih dari satu lajur terpisah untuk lalu-lintas belok kanan pada salah satu pendekat.
- Bila arus belok kanan selama jam puncak melebihi 200 kendaraan/jam dan keadaan-keadaan berikut dijumpai:
  * Jumlah lajur mencukupi kebutuhan kapasitas untuk lalu-lintas lurus dan belok kiri sehingga lajur khusus lalu-lintas belok kanan tidak diperlukan
  * Jumlah kecelakaan untuk kendaraan belok kanan diatas normal dan usaha-usaha keselamatan lainnya tidak dapat diterapkan

Belok kiri langsung sedapat mungkin digunakan bila ruang jalan yang tersedia mencukupi untuk kendaraan belok kiri melewati antrian lalu-lintas lurus dari pendekat yang sama, dan dengan aman bersatu dengan lalu-lintas lurus dari fase lainnya yang masuk ke lengan simpang yang sama.

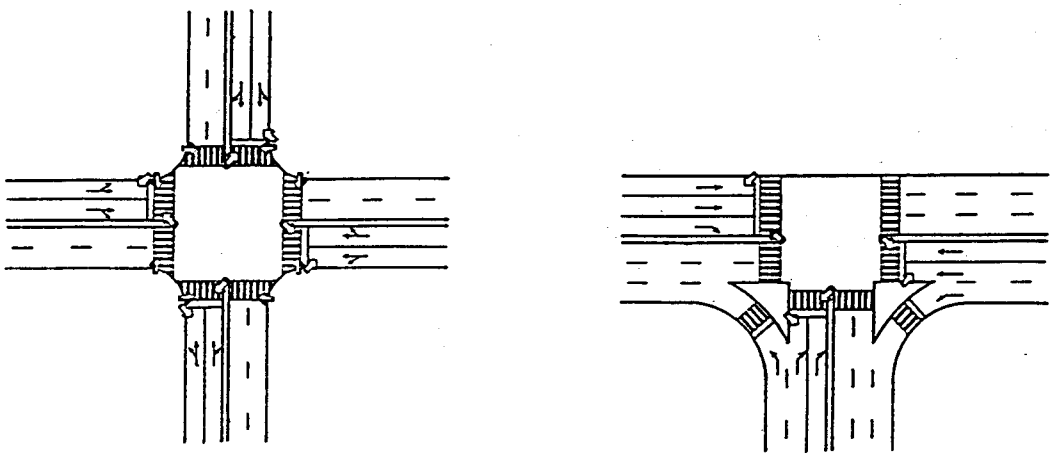
Pemeriksaan ulang waktu sinyal yang sering (menggunakan program KAJI) adalah tidak mahal bila untuk menurunkan tundaan dan gas buangan.

Waktu kuning sebaiknya dijadikan 5 detik pada sinyal dijalan kecepatan tinggi.

Penempatan tiang sinyal dilakukan sedemikian rupa sehingga setiap gerakan lalu-lintas pada simpang mempunyai dua tiang sinyal:

- sebuah sinyal utama ditempatkan dekat garis stop pada sisi kiri pendekat
- sebuah sinyal kedua ditempatkan pada sisi kanan pendekat

Denah-denah khas dan penempatan sinyal ditunjukkan pada Figure 2.3.5:1 dibawah.

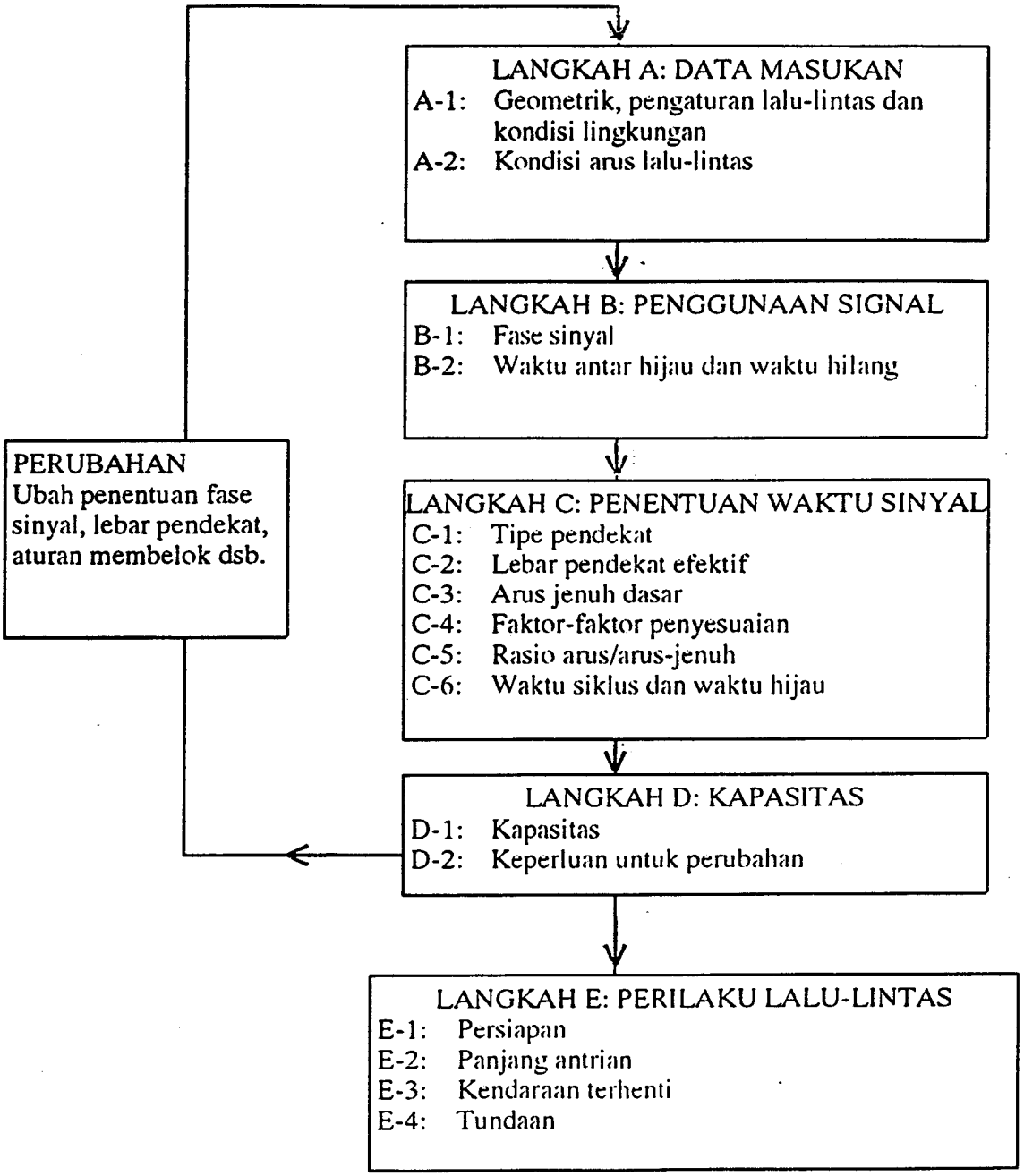


⇨ Sinyal kendaraan
⇨ Sinyal kendaraan dengan panah
⇨ Sinyal pejalan kaki

Gambar 2.3.5:1 Contoh penempatan sinyal utama dan sinyal kedua pada simpang bersinyal

2.4 RINGKASAN PROSEDUR PERHITUNGAN

Bagan alir prosedur perhitungan digambarkan seperti dibawah. Berbagai langkah yang berbeda diuraikan secara rinci dalam Bagian 3.



Gambar 2.4:1 Bagan alir analisa simpang bersinyal

Formulir-formulir berikut ini digunakan untuk perhitungan:

SIG-I	GEOMETRIK, PENGATURAN Lalu-lintas, LINGKUNGAN
SIG-II	ARUS Lalu-lintas
SIG-III	WAKTU ANTAR HIJAU, WAKTU HILANG
SIG-IV	PENENTUAN WAKTU SINYAL, KAPASITAS
SIG-V	TUNDAAN, PANJANG ANTRIAN, JUMLAH KENDARAAN TERHENTI

Formulir-formulir tersebut diberikan dalam lampiran 2:1 pada akhir bab mengenai simpang bersinyal.

3. PROSEDUR PERHITUNGAN

Prosedur yang diperlukan untuk perhitungan waktu sinyal, kapasitas dan ukuran kinerja diuraikan di bawah, langkah demi langkah dalam urutan berikut (lihat juga bagan alir pada gambar 2.2:1 di atas):

LANGKAH A: DATA MASUKAN
- A-1: Geometrik, pengaturan lalu-lintas dan kondisi lingkungan.
- A-2: Kondisi arus lalu-lintas

LANGKAH B: PENGGUNAAN SINYAL
- B-1: Fase sinyal
- B-2: Waktu antar hijau dan waktu hilang

LANGKAH C: PENENTUAN WAKTU SINYAL
- C-1: Tipe pendekat
- C-2: Lebar pendekat efektif
- C-3: Arus jenuh dasar
- C-4: Faktor-faktor penyesuaian
- C-5: Rasio arus/arus-jenuh
- C-6: Waktu siklus dan waktu hijau

LANGKAH D: KAPASITAS
- D-1: Kapasitas
- D-2: Keperluan untuk perubahan

LANGKAH E: PERILAKU LALU-LINTAS
- E-1: Persiapan
- E-2: Panjang antrian
- E-3: Kendaraan terhenti
- E-4: Tundaan

Formulir-formulir kosong untuk perhitungan diberikan pada Lampiran 2:1, dan contoh-contoh perhitungan dapat dilihat pada Bagian 4. Pada dasarnya prosedur yang sama diikuti untuk seluruh jenis penggunaan sebagaimana diuraikan dalam Bagian 2.2, dengan perbedaan utama hanya pada tingkat rincian dari data masukan.

LANGKAH A: DATA MASUKAN

LANGKAH A-1: GEOMETRIK, PENGATURAN LALU-LINTAS DAN KONDISI LINGKUNGAN (Formulir SIG-I).

Informasi untuk diisi pada bagian atas Form SIG-1:

- Umum
  Isilah tanggal, Dikerjakan oleh, Kota, Simpang, Hal (mis.Alt.1) dan Waktu (mis. puncak pagi 1996) pada judul formulir.

- Ukuran kota
  Masukkan jumlah penduduk perkotaan (ketelitian 0,1 jt penduduk)

- Fase dan waktu sinyal
  Gunakan kotak-kotak di bawah judul Formulir SIG-I untuk menggambar diagramdiagram fase yang ada (jika ada). Masukkan waktu hijau(g) dan waktu antar hijau(IG) yang ada pada setiap kotak, dan masukkan waktu siklus dan waktu hilang total (LTI=ΣIG) untuk kasus yang ditinjau (jika ada).

- Belok kiri langsung
  Tunjukkan dalam diagram-diagram fase dalam pendekat-pendekat mana gerakan belok kiri langsung diijinkan (gerakan membelok tersebut dapat dilakukan dalam semua fase tanpa memperhatikan sinyal)

Gunakan ruang kosong pada **bagian tengah** dari formulir untuk membuat sketsa simpang tersebut dan masukkan semua data masukan geometrik yang diperlukan:

- Denah dan posisi dari pendekat-pendekat, pulau-pulau lalu-lintas, garis henti, penyeberangan pejalan kaki, marka lajur dan marka panah.

- Lebar (ketelitian sampai sepersepuluh meter terdekat) dari bagian pendekat yang diperkeras, tempat masuk dan ke luar. Informasi ini juga dimasukkan dibagian bawah formulir.

- Panjang lajur dengan panjang terbatas (ketelitian sampai meter terdekat)

- Gambar suatu panah yang menunjukkan arah Utara pada sketsa.

Jika denah dan rencana dari simpang tersebut tidak diketahui, lihat Bagian 2.2 diatas untuk anggapan-anggapan awal analisa.

Masukkan data kondisi dari lokasi lainnya yang berhubungan dengan kasus yang sedang dipelajari pada tabel di **bagian bawah** dari formulir :

- Kode pendekat (kolom 1)

  Gunakan Utara, Selatan, Timur, Barat atau tanda lainnya yang jelas untuk menamakan pendekat-pendekat tersebut. Perhatikan bahwa lengan simpang dapat dibagi oleh pulau lalu-lintas menjadi dua pendekat atau lebih. misal N(LT+ST), N(RT). Cara yang sama digunakan jika gerakan-gerakan lalu-lintas pada pendekat tersebut mempunyai lampu hijau yang berbeda fase.

- Tipe lingkungan jalan (kolom 2)
  Masukkan tipe lingkungan jalan (COM = Komersial; RES = Permukiman; RA = Akses terbatas) untuk setiap pendekat (definisi lihat Bagian 1.3).

- Tingkat hambatan samping (Kolom 3)
  Masukkan tingkat hambatan samping:

  Tinggi: Besar arus berangkat pada tempat masuk dan ke luar berkurang oleh karena aktivitas disamping jalan pada pendekat seperti angkutan umum berhenti, pejalan kaki berjalan sepanjang atau melintas pendekat, keluar-masuk halaman disamping jalan dsb.

  Rendah: Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar tidak berkurang oleh hambatan samping dari jenis-jenis yang disebut di atas.

- Median (Kolom 4)
  Masukkan jika terdapat median pada bagian kanan dari garis henti dalam pendekat (Ya/Tidak)

- Kelandaian (kolom 5)
  Masukkan kelandaian dalam % (naik = + %; turun = - %)

- Belok kiri langsung (kolom 6)
  Masukkan jika belok kiri langsung (LTOR) diijinkan (Ya/Tidak) pada pendekat tsb (tambahan untuk menunjukkan hal ini dalam diagram fase sebagaimana diuraikan di atas).

- Jarak ke kendaraan parkir (kolom 7)
  Masukkan jarak normal antara garis-henti dan kendaraan pertama yang diparkir disebelah hulu pendekat, untuk kondisi yang dipelajari.

- Lebar pendekat (kolom 8-11)
  Masukkan, dari sketsa, lebar (ketelitian sampai sepersepuluh meter terdekat) bagian yang diperkeras dari masing-masing **pendekat** (hulu dari titik belok untuk LTOR), **Belok-Kiri Langsung, Tempat masuk** (pada garis henti, lihat juga Gambar C-2:1) dan **Tempat Keluar** (bagian tersempit setelah melewati jalan melintang).

- Catatan
  Catat pada lembar terpisah informasi lainnya yang anda pikir dapat mempengaruhi kapasitas pendekat tersebut.

LANGKAH A-2: KONDISI ARUS LALU LINTAS (Formulir SIG-II)

- Jika data lalu-lintas rinci dengan distribusi jenis kendaraan untuk masing-masing gerakan beloknya tersedia, maka Formulir SIG-II dapat digunakan. Masukkan data arus lalu litas untuk masing-masing jenis kendaraan bermotor dalam kend./jam pada Kolom 3,6,9 dan arus kendaraan tak bermotor pada Kolom 17. Pada keadaan lainnya mungkin lebih baik untuk menggunakan formulir penyajian data yang lebih sederhana, dan memasukkan hasilnya langsung kedalam Formulir SIG-IV. (Nilai normal data masukan lalu-lintas: Lihat Bagian 2.2.2 diatas). Beberapa kumpulan data arus lalu-lintas mungkin diperlukan untuk menganalisa periode-periode lainnya, seperti jam-puncak pagi, jam-puncak siang, jam-puncak sore, jam-lewat puncak dsb.

  Perhatian: Semua gerakan lalu-lintas didalam simpang harus dicatat pada Formulir SIG-II, juga untuk belok kiri langsung (LTOR). Tetapi gerakan LTOR tidak dimasukkan dalam perhitungan waktu sinyal seperti diuraikan dalam langkah C, (tetapi sudah diperhitungkan dalam perhitungan perilaku lalu-lintas dalam langkah E).

- Hitung arus lalu-lintas dalam smp/jam bagi masing-masing jenis kendaraan untuk kondisi terlindung dan/atau terlawan (yang sesuai tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan yang diijinkan) dengan menggunakan emp berikut:

Tipe kendaraan	emp	
	Pendekat terlindung	Pendekat terlawan
LV	1,0	1,0
HV	1,3	1,3
MC	0,2	0,4

  Masukkan hasilnya pada Kolom (4)-(5),(7)-(8),(10)-(11).

- Hitung arus lalu-lintas total Q_{MV} dalam kend./jam dan smp/jam pada masing-masing pendekat untuk kondisi-kondisi arus berangkat terlindung dan/atau terlawan (yang sesuai tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan yang diijinkan). Masukkan hasilnya pada Kolom (12)-(14).

- Hitung untuk masing-masing pendekat rasio kendaraan belok kiri p_{LT}, dan rasio belok kanan p_{RT}, dan masukkan hasilnya kedalam Kolom (15) dan (16) pada baris yang sesuai untuk arus LT dan RT:

$$p_{LT} = \frac{LT\ (smp/jam)}{Total\ (smp/jam)} \quad (13) \qquad p_{RT} = \frac{RT\ (smp/jam)}{Total\ (smp/jam)} \quad (14)$$

  (bernilai sama untuk pendekat terlawan dan terlindung).

- Hitung rasio kendaraan tak bermotor dengan membagi arus kendaraan tak bermotor Q_{UM} kend./jam pada Kolom (17) dengan arus kendaraan bermotor Q_{MV} kend./jam pada Kolom (12):

$$p_{UM} = Q_{UM}/Q_{MV} \quad (15)$$

LANGKAH B: PENGGUNAAN SINYAL

LANGKAH B-1: PENENTUAN FASE SINYAL (Formulir SIG-IV).

Jika perhitungan akan dikerjakan untuk rencana fase sinyal yang lain dari yang digambarkan pada Formulir SIG-1, maka rencana fase sinyal harus dipilih sebagai alternatif permulaan untuk keperluan evaluasi. Berbagai tipe fase sinyal telah ditunjukkan pada bagian 1, Gambar 1.2:3.

PROSEDUR

- Pilih fase sinyal.
  Lihat saran pada Bagian 2.2.2 dan bagian 2.3 diatas. Biasanya pengaturan dua fase dicoba sebagai kejadian dasar, karena biasanya menghasilkan kapasitas yang lebih besar dan tundaan rata-rata lebih rendah daripada tipe fase sinyal lain dengan pengatur fase yang biasa dengan pengatur fase konvensional. Arus berangkat belok-kanan pada fase yang berbeda dari gerakan lurus-langsung memerlukan lajur (-lajur RT) terpisah. Pengaturan terpisah gerakan belok kanan biasanya hanya dilakukan berdasarkan pertimbangan kapasitas jika arus melebihi 200 smp/jam. Walau demikian, mungkin diperlukan demi keselamatan lalu-lintas dalam keadaan tertentu.

- Gambarkan fase sinyal yang dipilih dalam kotak yang disediakan pada Formulir SIG-IV.
  Masing-masing rencana fase yang akan dicoba memerlukan formulir SIG-IV dan SIG-V tersendiri.

LANGKAH B-2: WAKTU ANTAR HIJAU DAN WAKTU HILANG (Formulir SIG-III)

- Tentukan waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada setiap akhir fase dan hasil waktu antar hijau (IG) per fase.

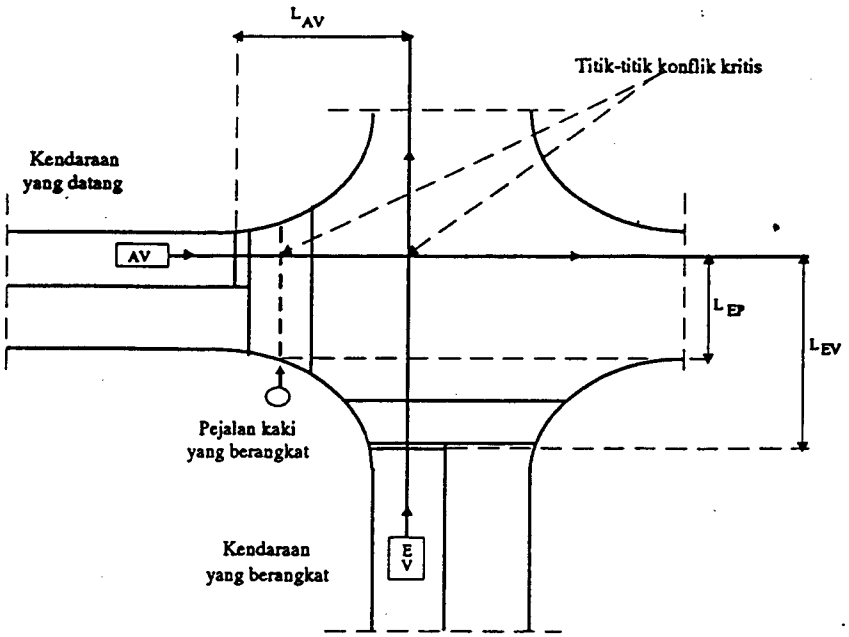
- Tentukan waktu hilang (LTI) sebagai jumlah dari waktu antar hijau per siklus, dan masukkan hasilnya kedalam bagian bawah Kolom 4 pada Formulir SIG-IV.

Untuk analisa operasional dan perencanaan, disarankan untuk membuat suatu perhitungan rinci waktu antar hijau untuk waktu pengosongan dan waktu hilang dengan Formulir SIG-III seperti diuraikan di bawah. Pada analisa yang dilakukan bagi keperluan perancangan, waktu antar hijau berikut (kuning + merah semua) dapat dianggap sebagai nilai normal:

Ukuran Simpang	Lebar jalan rata-rata	Nilai normal waktu antar-hijau
Kecil	6 - 9 m	4 detik / fase
Sedang	10 - 14 m	5 detik / fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 detik / fase

PROSEDUR UNTUK PERHITUNGAN RINCI

Waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada akhir setiap fase harus memberi kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datang pertama dari fase berikutnya (melewati garis henti pada awal sinyal hijau) pada titik yang sama. Jadi merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis henti sampai ke titik konflik, dan panjang dari kendaraan yang berangkat, lihat Gambar B-2:1 dibawah.



Gambar B-2:1 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan

Titik konflik kritis pada masing-masing fase(i) adalah titik yang menghasilkan WAKTU MERAH-SEMUA terbesar:

$$MERAH\ SEMUA_i = \left[\frac{(L_{EV} + l_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}}\right]_{max} \quad (16)$$

di mana:

L_{EV}, L_{AV} = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

l_{EV} = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

V_{EV}, V_{AV} = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).

Gambar B-2:1 Menggambarkan kejadian dengan titik-titik konflik kritis yang diberi tanda bagi kendaraan-kendaraan maupun para pejalan kaki yang memotong jalan.

Nilai-nilai yang dipilih untuk V_{EV}, V_{AV} dan l_{EV} tergantung dari komposisi lalu-lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi. Nilai-nilai sementara berikut dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

Kecepatan kendaraan yang datang	V_{AV} :	10	m/det (kend. bermotor)
Kecepatan kendaraan yang berangkat	V_{EV} :	10	m/det (kend. bermotor)
		3	m/det (kend. tak bermotor misalnya sepeda)
		1,2	m/det (pejalan kaki)
Panjang kendaraan yang berangkat	l_{EV} :	5	m (LV atau HV)
		2	m (MC atau UM)

Perhitungan dilakukan dengan Formulir SIG-III untuk semua gerak lalu-lintas yang bersinyal (tidak termasuk LTOR).

Apabila periode merah-semua untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau:

$$LTI = \Sigma\,(MERAH\ SEMUA + KUNING)_i = \Sigma IG_i \quad (17)$$

Panjang waktu kuning pada sinyal lalu-lintas perkotaan di Indonesia biasanya adalah 3,0 detik.

LANGKAH C: PENENTUAN WAKTU SINYAL

Langkah C meliputi penentuan faktor-faktor berikut ini:

C-1: Tipe pendekat
C-2: Lebar pendekat efektif
C-3: Arus jenuh dasar
C-4: Faktor penyesuaian
C-5: Rasio arus/arus jenuh
C-6: Waktu siklus dan waktu hijau.

Perhitungan-perhitungan dimasukkan kedalam Formulir SIG-IV PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS.

LANGKAH C-1: TIPE PENDEKAT

- Masukkan identifikasi dari setiap pendekat dalam baris pada Formulir SIG-IV kolom 1. Apabila dua gerakan lalu-lintas pada suatu pendekat diberangkatkan pada fase yang berbeda (misal. lalu-lintas lurus dan lalu-lintas belok-kanan dengan lajur terpisah), harus dicatat pada baris terpisah dan diperlakukan sebagai pendekat-pendekat terpisah dalam perhitungan selanjutnya. Apabila suatu pendekat mempunyai nyala hijau pada dua fase, dimana pada keadaan tersebut, tipe lajur dapat berbeda untuk masing-masing fase, satu baris sebaiknya digunakan untuk mencatat data masing-masing fase, dan satu baris tambahan untuk memasukkan hasil gabungan untuk pendekat tersebut. (Langkah C-4 dan selanjutnya).

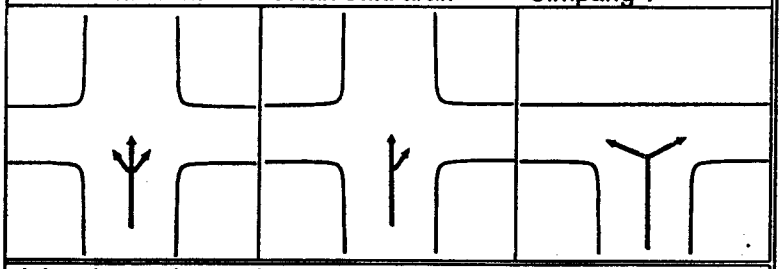
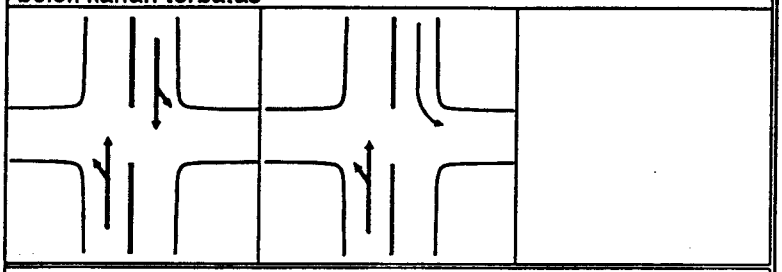
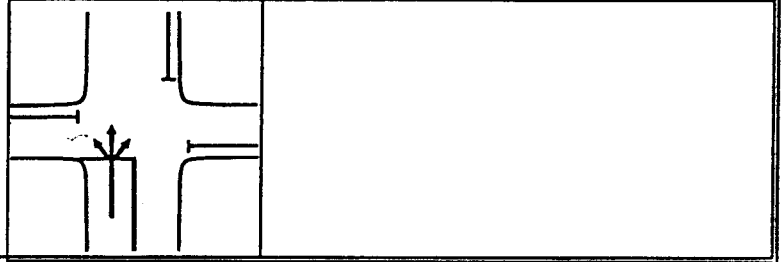
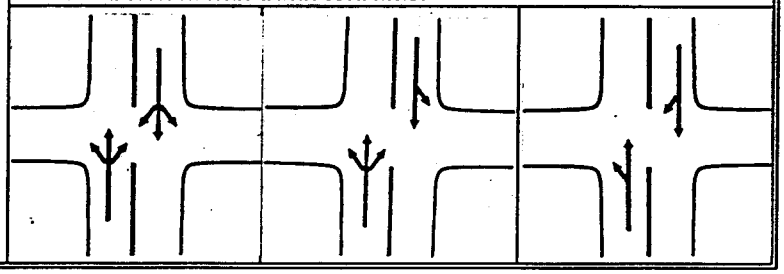
- Masukkan nomor dari fase yang masing-masing pendekat/gerakannya mempunyai nyala hijau pada kolom 2.

- Tentukan tipe dari setiap pendekat terlindung (P) atau terlawan (O) dengan bantuan Gambar C-1:1 di bawah, dan masukkan hasilnya pada kolom 3.

- Buatlah sketsa yang menunjukkan arus-arus dengan arahnya (Formulir SIG-II kolom 13-14) dalam smp/jam pada kotak sudut kiri atas Formulir SIG-IV (pilih hasil yang sesuai untuk kondisi terlindung (Tipe P) atau terlawan (Tipe O) sebagaimana tercatat pada kolom 3)

- Masukkan rasio kendaraan berbelok (p_{LTOR} atau p_{LT}, p_{RT}) untuk setiap pendekat (dari Formulir SIG-II kolom 15-16) pada Kolom 4-6.

- Masukkan dari sketsa arus kendaraan belok kanan dalam smp/jam, dalam arahnya sendiri (Q_{RT}) pada kolom 7 untuk masing-masing pendekat (dari Formulir SIG-II kolom 14). Masukkan juga untuk pendekat tipe O arus kendaraan belok kanan, dalam arah yang **berlawanan** (Q_{RTO}) pada kolom 8 (dari Formulir SIG-II Kolom 14).

Tipe pendekat	Keterangan	Contoh pola-pola pendekat
Terlindung P	Arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah ber-lawanan	Jalan satu arah: Jalan satu arah Simpang T 
		Jalan dua arah, gerakan belok kanan terbatas 
		Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah 
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah ber-lawanan	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak terbatas. 

Gambar C-1:1 Penentuan tipe pendekat

LANGKAH C-2: LEBAR PENDEKAT EFEKTIF

- Tentukanlah lebar effektif (W_e) dari setiap pendekat berdasarkan informasi tentang lebar pendekat (W_A), lebar masuk (W_{MASUK}) dan lebar keluar (W_{KELUAR}) dari Formulir SIG-I (sketsa dan Kolom 8-11) dan rasio lalu-lintas berbelok dari formulir SIG-IV Kolom 4-6 sebagai berikut, dan masukkan hasilnya pada kolom 9 pada Formulir SIG-IV :

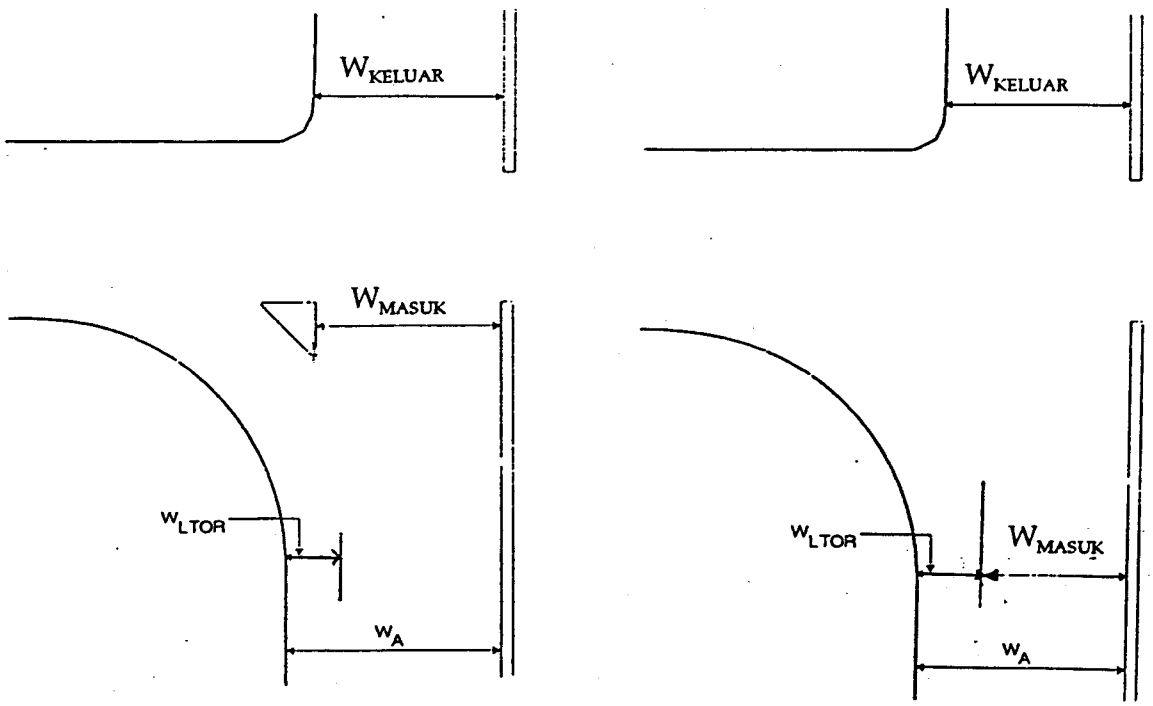
PROSEDUR UNTUK PENDEKAT TANPA BELOK-KIRI LANGSUNG (LTOR)

Periksa lebar keluar (**hanya untuk pendekat tipe P**)

Jika $W_{KELUAR} < W_e \times (1 - p_{RT} - p_{LTOR})$, W_e sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan W_{KELUAR}, dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalu-lintas lurus saja (yaitu $Q = Q_{ST}$ pada Formulir SIG-IV kolom 18).

PROSEDUR UNTUK PENDEKAT DENGAN BELOK-KIRI LANGSUNG (LTOR)

Lebar efektif (W_E) dapat dihitung untuk pendekat dengan pulau lalu-lintas, penentuan lebar masuk (W_{MASUK}) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar C-2:1, atau untuk pendekat tanpa pulau lalu-lintas yang ditunjukkan pada bagian kanan dari Gambar. Pada keadaan terakhir $W_{MASUK} = W_A - W_{LTOR}$. Persamaan dibawah dapat digunakan untuk kedua keadaan tersebut.



Gambar C-2:1 Pendekat dengan dan tanpa pulau lalu-lintas

A: Jika $W_{LTOR} \geq 2m$: Dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan dalam pendekat selama sinyal merah.

Langkah A:1: **Keluarkan** lalu-lintas belok-kiri langsung Q_{LTOR} dari perhitungan selanjutnya pada Formulir SIG-IV (yaitu $Q = Q_{ST}+Q_{RT}$).
Tentukan lebar pendekat efektif sebagai berikut:

$$W_e = \text{Min} \begin{cases} W_A - W_{LTOR} \\ W_{MASUK} \end{cases} \quad (18)$$

Langkah A:2: Periksa lebar keluar (**hanya untuk pendekat tipe P**)

Jika $W_{KELUAR} < W_e \times (1 - p_{RT})$, W_e sebaiknya diberi nilai baru sama dengan W_{KELUAR}, dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalu-lintas lurus saja (yaitu $Q = Q_{ST}$ pada Formulir SIG-IV kolom 18).

B:Jika $W_{LTOR} < 2m$: Dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat selama sinyal merah.

Langkah B:1: **Sertakan** Q_{LTOR} pada perhitungan selanjutnya.

$$W_e = \text{Min.} \begin{cases} W_A \\ W_{MASUK} + W_{LTOR} \\ W_A \times (1 + p_{LTOR}) - W_{LTOR} \end{cases} \quad (19)$$

Langkah B:2: Periksa lebar keluar (**hanya untuk pendekat tipe P**)

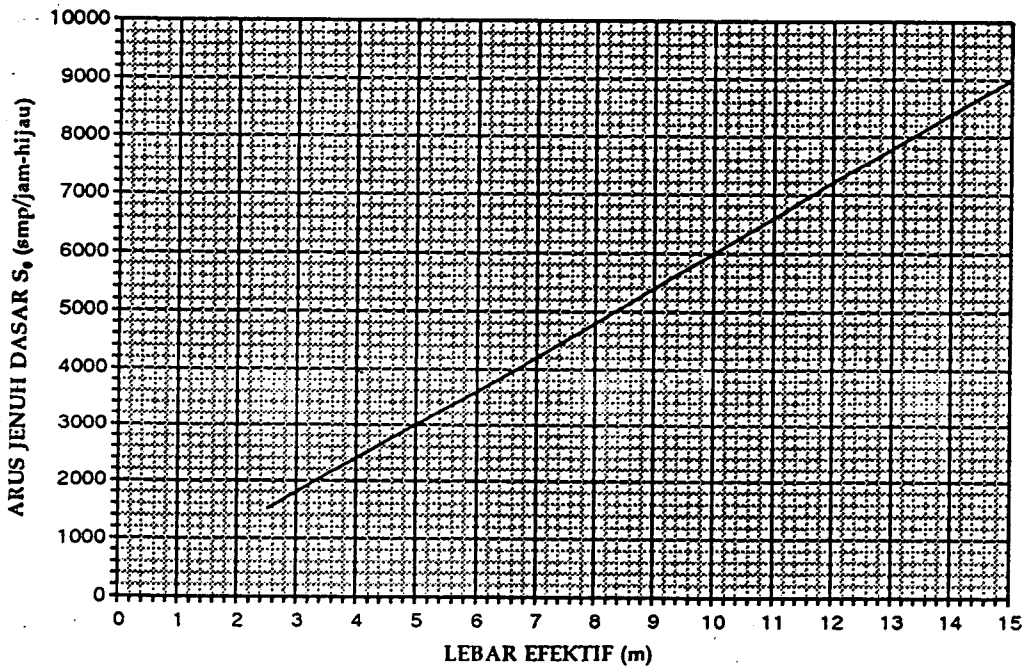
Jika $W_{KELUAR} < W_e \times (1 - p_{RT} - p_{LTOR})$, W_e sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan W_{KELUAR}, dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalu-lintas lurus saja (yaitu $Q = Q_{ST}$ pada Formulir SIG-IV kolom 18).

LANGKAH C-3: ARUS JENUH DASAR

- Tentukan arus jenuh dasar (S_o) untuk setiap pendekat seperti diuraikan dibawah, dan masukkan hasilnya pada kolom 10:

a) Untuk pendekat tipe P (arus terlindung):

$$S_o = 600 \times W_e \text{ smp/jam hijau, lihat Gambar C-3:1} \quad (20)$$



Gambar C-3:1 Arus jenuh dasar untuk pendekat tipe P.

b) Untuk pendekat tipe O (arus berangkat terlawan):

S_o ditentukan dari Gambar C-3:2 (untuk pendekat tanpa lajur belok-kanan terpisah) dan dari Gambar C-3:3 (untuk pendekat dengan lajur belok kanan terpisah) sebagai fungsi dari W_e, Q_{RT} dan Q_{RTO}.

Gunakanlah gambar-gambar tersebut untuk mendapatkan nilai arus jenuh pada keadaan di mana lebar pendekat lebih besar dan lebih kecil daripada W_e sesungguhnya dan hitung hasilnya dengan interpolasi.
Lihat saran dibawah sehubungan dengan penanganan keadaan yang mempunyai arus belok kanan lebih besar daripada yang terdapat dalam diagram.

Contoh :

Tanpa lajur belok kanan terpisah : Q_{RT} = 125 smp/jam; Q_{RTO} = 100 smp/jam
W_e sesungguhnya = 5,4 m

Dari Gambar C-3:2 diperoleh :
$S_{6,0}$ = 3000; $S_{5,0}$ = 2440

Hitung
$S_{5,4} = (5,4-5,0) \times (S_{6,0}-S_{5,0}) + S_{5,0} = 0,4(3000-2440) + 2440$
$= 2664 \approx 2660$

Jika gerakan belok kanan lebih besar dari 250 smp/jam, fase sinyal terlindung harus dipertimbangkan, artinya rencana fase sinyal harus diganti. Cara pendekatan berikut dapat digunakan untuk tujuan analisa operasional misalnya peninjauan kembali waktu sinyal suatu simpang.

Lajur belok kanan tidak terpisah.

a) Jika Q_{RTO} > 250 smp/jam:

- Q_{RT} < 250: 1. Tentukan S_{prov} pada Q_{RTO} = 250
  2. Tentukan S sesungguhnya sebagai
  $S = S_{prov} - \{(Q_{RTO} - 250) \times 8\}$ smp/jam

- Q_{RT} > 250: 1. Tentukan S_{prov} pada Q_{RTO} and Q_{RT} = 250
  2. Tentukan S sesungguhnya sebagai
  $S = S_{prov} - \{(Q_{RTO} + Q_{RT} - 500) \times 2\}$ smp/jam

b) Jika Q_{RTO} < 250 dan Q_{RT} > 250 smp/jam: Tentukan S seperti pada Q_{RT} = 250.

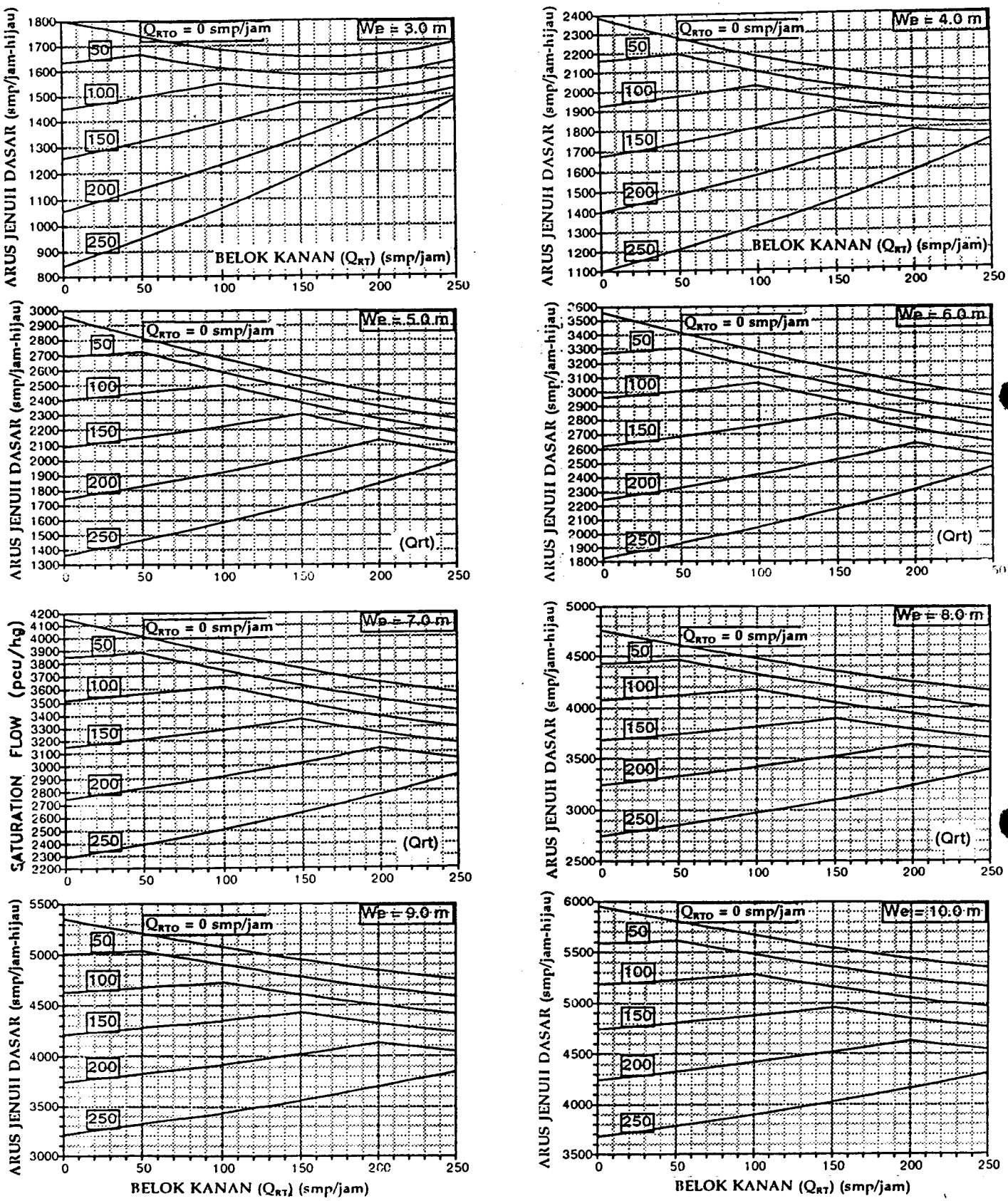
Lajur belok kanan terpisah

a) Jika Q_{RTO} > 250 smp/jam:

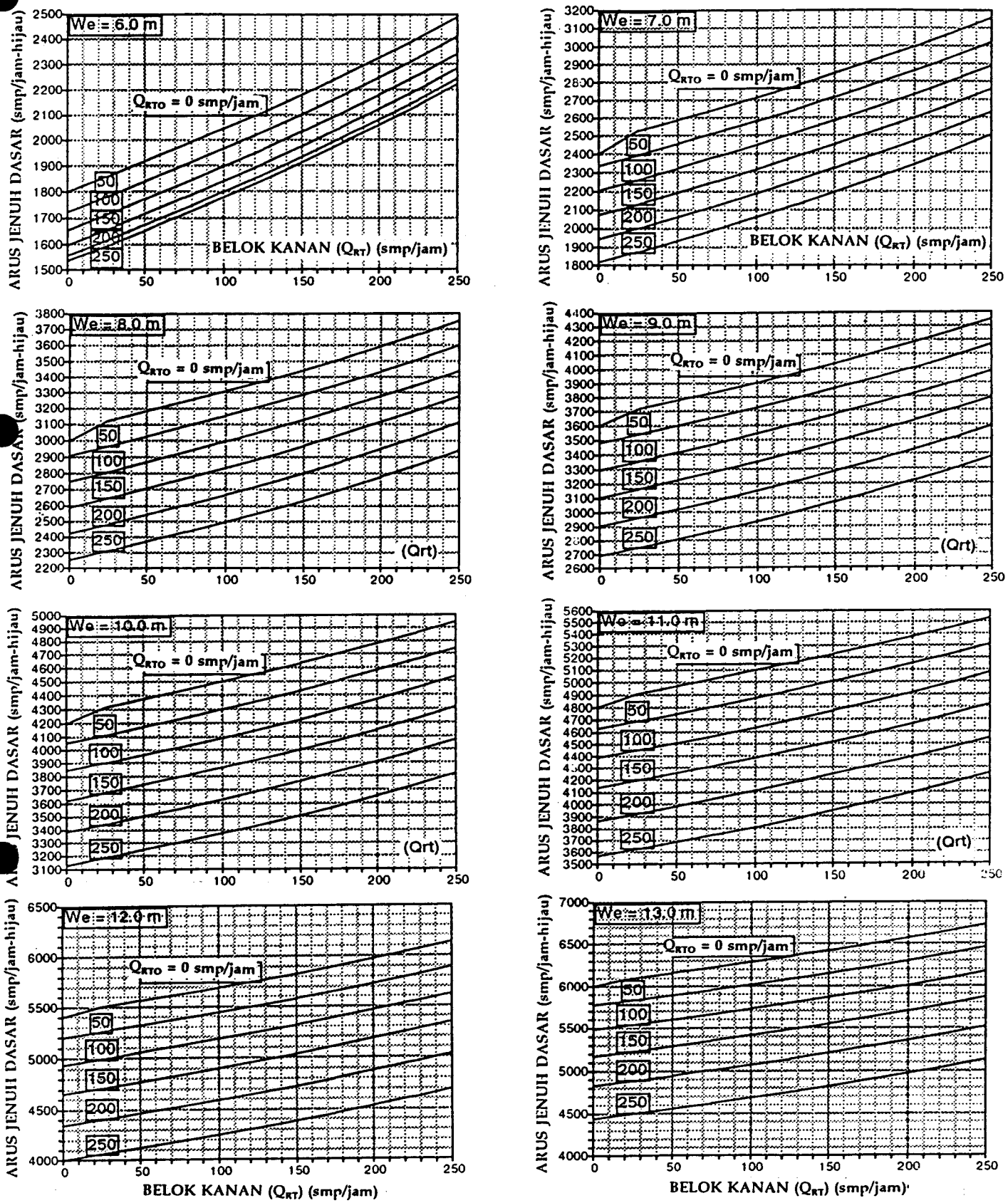
- Q_{RT} < 250: 1. Tentukan S dari Gambar C-3:3 dengan extrapolasi.

- Q_{RT} > 250: 1. Tentukan S_{prov} pada Q_{RTO} and Q_{RT} = 250

b) Jika Q_{RTO} < 250 dan Q_{RT} > 250 smp/jam: Tentukan S dari Gambar C-3:3 dengan extrapolasi.



Gambar C-3:2 S_o untuk pendekat-pendekat tipe O tanpa lajur belok kanan terpisah



Gambar C-3:3 S_o untuk pendekat-pendekat tipe O dengan lajur belok kanan terpisah

LANGKAH C-4: FAKTOR PENYESUAIAN

a) **Tentukan faktor penyesuaian berikut untuk nilai arus jenuh dasar untuk kedua tipe pendekat P dan O sebagai berikut :**

- Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari Tabel C-4:3 sebagai fungsi dari ukuran kota yang tercatat pada Formulir SIG-I. Hasilnya dimasukkan kedalam kolom 11.

Penduduk kota (Juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})
> 3,0	1,05
1,0 - 3,0	1,00
0,5 - 1,0	0,94
0,1 - 0,5	0,83
< 0,1	0,82

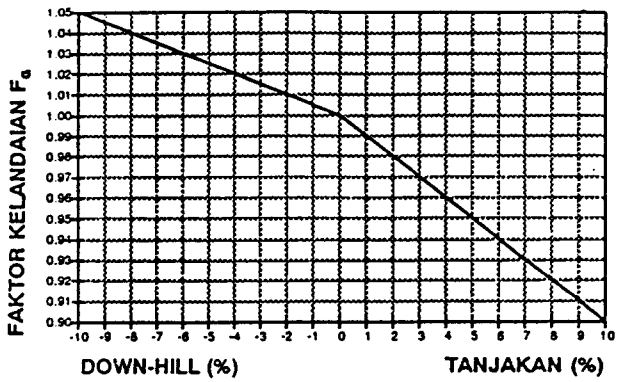
Tabel C-4:3 Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})

- Faktor penyesuaian Hambatan Samping ditentukan dari Tabel C-4:4 sebagai fungsi dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping (tercatat dalam Formulir SIG-I), dan rasio kendaraan tak bermotor (dari Formulir SIG-II Kolom (18)). Hasilnya dimasukkan kedalam Kolom 12. Jika hambatan samping tidak diketahui, dapat dianggap sebagai tinggi agar tidak menilai kapasitas terlalu besar.

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	"	Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
	"	Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
	"	Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
	"	Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
	"	Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
	"	Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	"	Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Tabel C-4:4 Faktor penyesuaian untuk Tipe lingkungan jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan tak bermotor (F_{SF})

- Faktor penyesuaian kelandaian ditentukan dari Gambar C-4:1 sebagai fungsi dari kelandaian (GRAD) yang tercatat pada Formulir SIG-I, dan hasilnya dimasukkan ke dalam Kolom 13 pada Formulir SIG-IV.



Gambar C-4:1 Faktor penyesuaian untuk kelandaian (F_G)

- Faktor penyesuaian parkir ditentukan dari Gambar C-4:2 sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama (Kolom 7 pada Formulir SIG-I) dan lebar pendekat (W_A, Kolom 9 pada Formulir SIG-IV). Hasilnya dimasukkan ke dalam Kolom 14. Faktor ini dapat juga diterapkan untuk kasus-kasus dengan panjang lajur belok kiri terbatas. Ini tidak perlu diterapkan jika lebar efektif ditentukan oleh lebar keluar

F_P dapat juga dihitung dari rumus berikut, yang mencakup pengaruh panjang waktu hijau :

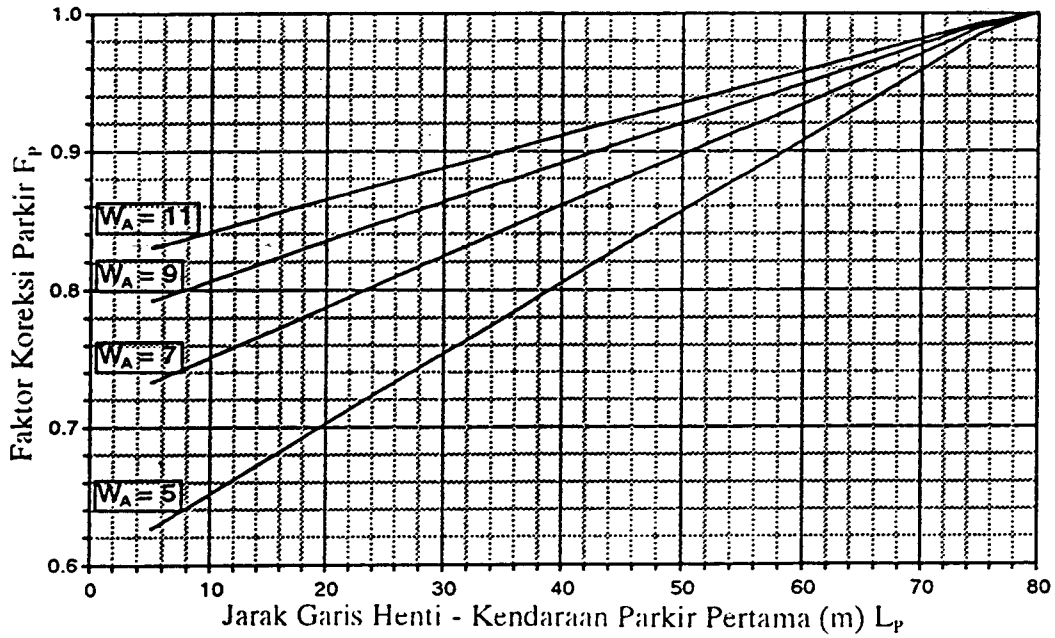
$$F_P = [L_P/3 - (W_A - 2) \times (L_P/3 - g) / W_A] / g \quad (21)$$

di mana:

L_P = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m) (atau panjang dari lajur pendek).

W_A = Lebar pendekat (m).

g = Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det).



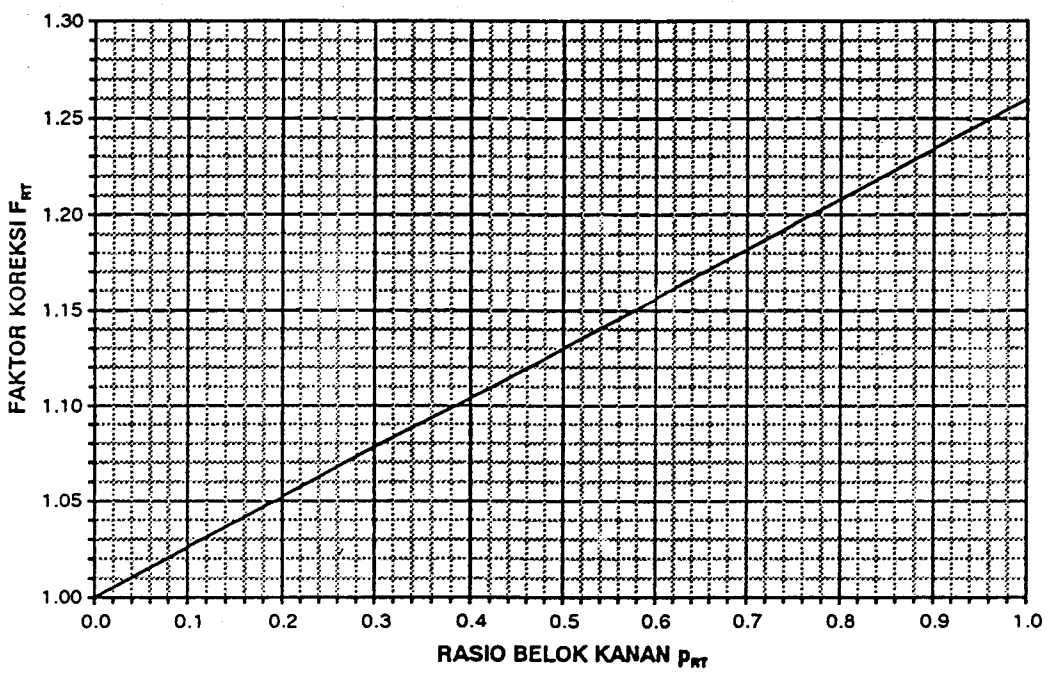
Gambar C-4:2 Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok kiri yang pendek (F_P)

b) **Tentukan faktor penyesuaian berikut untuk nilai arus jenuh dasar <u>hanya untuk pendekat tipe P</u> sebagai berikut :**

- <u>Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})</u> ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan p_{RT} (dari Kol. 6) sebagai berikut, dan hasilnya dimasukkan ke dalam kolom 15.

Perhatikan: Hanya untuk pendekat tipe P; Tanpa median; jalan dua arah; lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk:

Hitung $F_{RT} = 1{,}0 + p_{RT} \times 0{,}26$, (22)
atau dapatkan nilainya dari Gambar C-4:3 dibawah



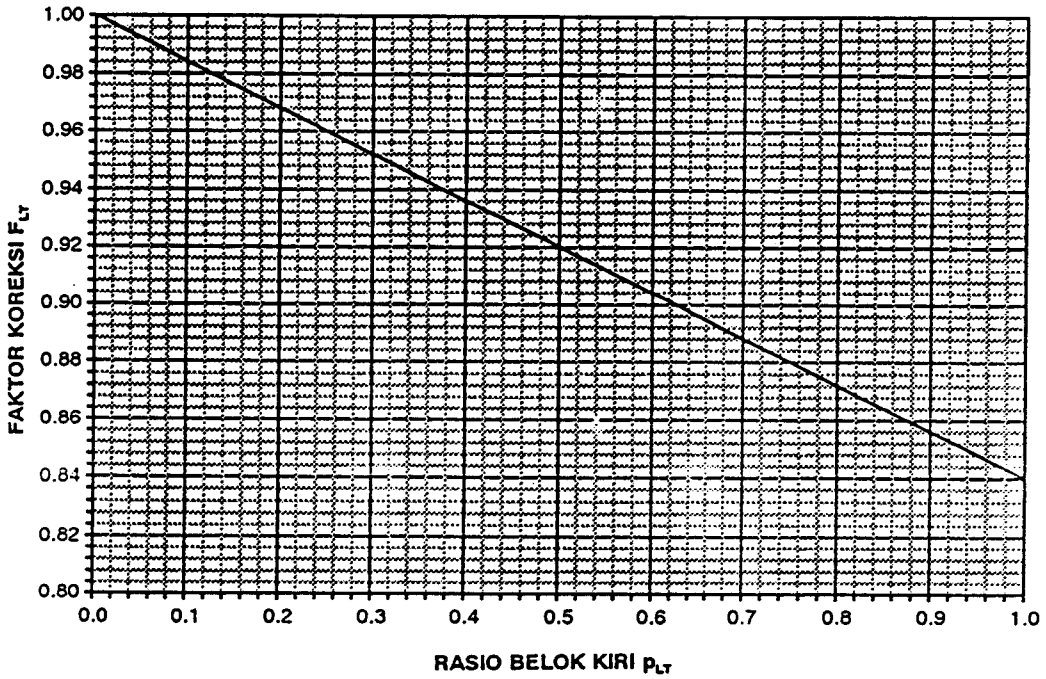
Gambar C-4:3 Faktor penyesuaian untuk belok kanan (F_{RT}) (**<u>hanya</u> berlaku untuk pendekat tipe P, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk)**

Penjelasan :
Pada jalan dua arah tanpa median, kendaraan belok-kanan dari arus berangkat terlindung (pendekat tipe P) mempunyai kecenderungan untuk memotong garis tengah jalan sebelum meliwati garis henti ketika menyelesaikan belokannya. Hal ini menyebabkan peningkatan rasio belok kanan yang tinggi pada arus jenuh.

- Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri p_{LT} seperti tercatat pada kolom 5 pada Formulir SIG-IV, dan hasilnya dimasukkan ke dalam kolom 16.

Perhatikan : Hanya untuk pendekat tipe P tanpa LTOR, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk:

Hitung $F_{LT} = 1{,}0 - p_{LT} \times 0{,}16$, (23)
atau dapatkan nilainya dari Gambar C-4:4 di bawah



Gambar C-4:4 Faktor penyesuaian untuk pengaruh belok kiri (F_{LT}) **(hanya berlaku untuk pendekat tipe P tanpa belok kiri langsung, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk:)**

Penjelasan :
Pada pendekat-pendekat terlindung tanpa penyediaan belok kiri langsung, kendaraan-kendaraan belok kiri cenderung melambat dan mengurangi arus jenuh pendekat tersebut. Karena arus berangkat dalam pendekat-pendekat terlawan (tipe O) pada umumnya lebih lambat, maka tidak diperlukan penyesuaian untuk pengaruh rasio belok kiri.

c) Hitung nilai arus jenuh yang disesuaikan

Nilai arus jenuh yang disesuaikan dihitung sebagai :

$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$ smp/jam hijau (24)

Masukkan nilai ini ke dalam Kolom 17.

Jika suatu pendekat mempunyai sinyal hijau lebih dari satu fase, yang arus jenuhnya telah ditentukan secara terpisah pada baris yang berbeda dalam tabel, maka nilai arus jenuh kombinasi harus dihitung secara proporsional terhadap waktu hijau masing-masing fase.

Contoh jika suatu pendekat bersinyal hijau pada kedua fase 1 dan 2 dengan waktu hijau g_1 dan g_2 dan arus jenuh S_1 dan S_2, nilai kombinasi S_{1+2} dihitung sebagai berikut:

$$S_{1+2} = \frac{S_1 \times g_1 + S_2 \times g_2}{g_1 + g_2} \qquad (25)$$

Jika salah satu dari fase tersebut adalah fase pendek, misalnya "waktu hijau awal", dimana satu pendekat menyala hijau beberapa saat sebelum mulainya hijau pada arah yang berlawanan, disarankan untuk menggunakan hijau awal ini antara 1/4 sampai 1/3 dari total hijau pendekat yang diberi hijau awal. Perkiraan yang sama dapat digunakan untuk "waktu hijau akhir" dimana nyala hijau pada satu pendekat diperpanjang beberapa saat setelah berakhirnya nyala hijau pada arah yang berlawanan. Lama waktu hijau awal dan akhir harus tidak lebih pendek dari 10 det.

Contoh : Waktu hijau awal sama dengan 1/3 dari total waktu hijau dari pendekat dengan waktu hijau awal:

$$S_{1+2} = 0{,}33 \times S_1 + 0{,}67 \times S_2$$

Masukkan nilai kombinasi S_{1+2} kedalam Kolom 17 pada baris terpisah untuk fase gabungan, lihat Contoh 1A.

LANGKAH C-5: RASIO ARUS/RASIO ARUS JENUH

- Masukkan arus lalu-lintas masing-masing pendekat (Q) dari Formulir SIG-II Kolom 13 (terlindung) atau Kolom 14 (terlawan) ke dalam Kolom 18 pada Formulir SIG-IV.

  Perhatikan:

  a) Jika LTOR harus dikeluarkan dari analisa (lihat langkah C-2, perihal 1-a) hanya gerakan-gerakan lurus dan belok-kanan saja yang dimasukkan dalam nilai Q untuk diisikan ke dalam Kolom 18.

  b) Jika $W_e = W_{KELUAR}$ (lihat langkah C-2, perihal 2) hanya gerakan lurus saja yang dimasukkan dalam nilai Q dalam Kolom 18

  c) Jika suatu pendekat mempunyai sinyal hijau dalam dua fase, yang satu untuk arus terlawan (O) dan yang lainnya arus terlindung (P), gabungan arus lalu-lintas sebaiknya dihitung sebagai smp rata-rata berbobot untuk kondisi terlawan dan terlindung dengan cara yang sama seperti pada perhitungan arus jenuh sebagaimana diuraikan dalam Langkah C-4 diatas. Hasilnya dimasukkan kedalam baris untuk fase gabungan tersebut.

- Hitung Rasio Arus (FR) masing-masing pendekat dan masukkan hasilnya dalam Kolom 19 :

$$FR = Q / S \quad (26)$$

- Beri tanda rasio arus kritis (FR_{CRIT}) (=tertinggi) pada masing-masing fase dengan melingkarinya pada Kolom 19.

- Hitung rasio arus simpang (IFR) sebagai jumlah dari nilai-nilai FR yang dilingkari (=kritis) pada Kolom 19, dan masukkan hasilnya ke dalam kotak pada bagian terbawah Kolom 19.

$$IFR = \Sigma (FR_{crit}) \quad (27)$$

- Hitung Rasio Fase(PR) masing-masing fase sebagai rasio antara FR_{CRIT} dan IFR, dan masukkan hasilnya pada Kolom 20.

$$PR = FR_{crit} / IFR \quad (28)$$

LANGKAH C-6: WAKTU SIKLUS DAN WAKTU HIJAU

a) Waktu siklus sebelum penyesuaian

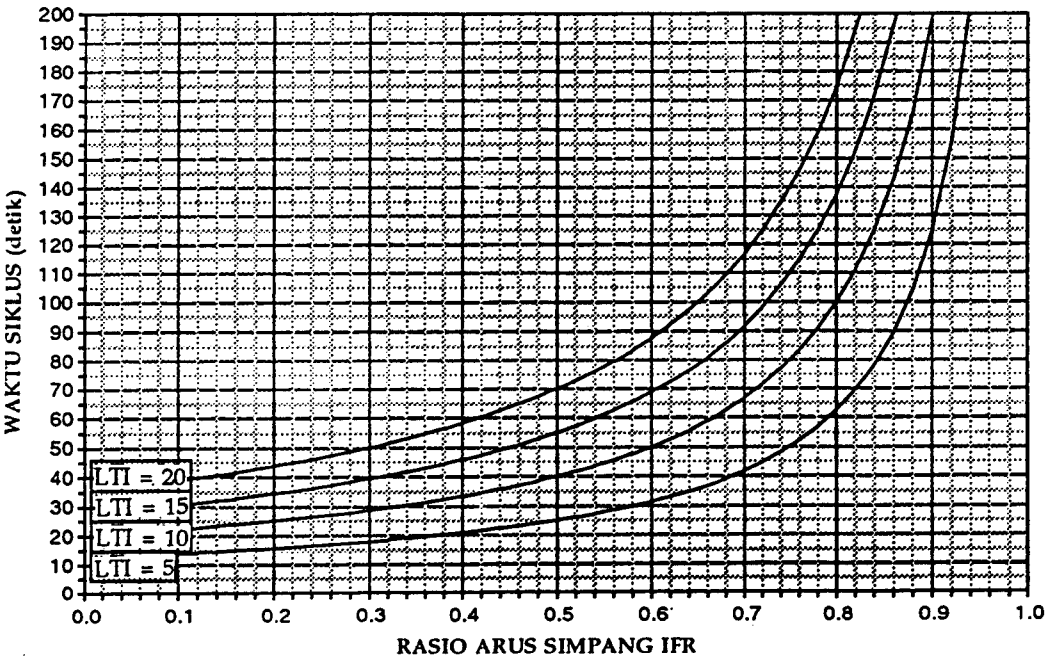
- Hitung waktu siklus sebelum penyesuaian (c_{ua}) untuk pengendalian waktu tetap, dan masukkan hasilnya kedalam kotak dengan tanda "waktu siklus" pada bagian terbawah Kolom 11 dari Formulir SIG-IV.

$$c_{ua} = (1{,}5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \quad (29)$$

dimana:

c_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)
LTI = Waktu hilang total per siklus (det)
(Dari sudut kiri bawah pada Formulir SIG-IV)
IFR = Rasio arus simpang $\sum(FR_{CRIT})$
(Dari bagian terbawah Kolom 19)

Waktu siklus sebelum penyesuaian juga dapat diperoleh dari Gambar C-6:1 dibawah.



Gambar C-6:1 Penetapan waktu siklus sebelum penyesuaian

Jika alternatif rencana fase sinyal dievaluasi, maka yang menghasilkan nilai terendah dari (IFR + LTI/c) adalah yang paling efisien.

Tabel dibawah memberikan waktu siklus yang disarankan untuk keadaan yang berbeda

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak (det)
Pengaturan dua-fase	40 - 80
Pengaturan tiga-fase	50 - 100
Pengaturan empat-fase	80 - 130

Nilai-nilai yang lebih rendah dipakai untuk simpang dengan lebar jalan <10 m, nilai yang lebih tinggi untuk jalan yang lebih lebar. Waktu siklus lebih rendah dari nilai yang disarankan, akan menyebabkan kesulitan bagi para pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Waktu siklus yang melebihi 130 detik harus dihindari kecuali pada kasus sangat khusus (simpang sangat besar), karena hal ini sering kali menyebabkan kerugian dalam kapasitas keseluruhan.

Jika perhitungan menghasilkan waktu siklus yang jauh lebih tinggi daripada batas yang disarankan, maka hal ini menandakan bahwa kapasitas dari denah simpang tersebut adalah tidak mencukupi. Persoalan ini diselesaikan dengan langkah E di bawah.

b) Waktu hijau

- Hitung waktu hijau (g) untuk masing-masing fase:

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR_i \quad (30)$$

di mana:
g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)
c_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)
LTI = Waktu hilang total per siklus (bagian terbawah Kolom 4)
PR_i = Rasio fase $FR_{crit}/\Sigma(FR_{crit})$ (dari Kolom 20)

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Masukkan hasil waktu hijau yang telah dibulatkan keatas tanpa pecahan (det) ke dalam Kolom 21.

c) Waktu siklus yang disesuaikan

- Hitung waktu siklus yang disesuaikan (c) berdasar pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI) dan masukkan hasilnya pada bagian terbawah Kolom 11 dalam kotak dengan tanda waktu siklus yang disesuaikan.

$$c = \Sigma g + LTI \quad (31)$$

LANGKAH D: KAPASITAS

Langkah D meliputi penentuan kapasitas masing-masing pendekat, dan pembahasan mengenai perubahan-perubahan yang harus dilakukan jika kapasitas tidak mencukupi.

Perhitungan-perhitungan dimasukkan ke dalam Formulir SIG-IV.

LANGKAH D-1: KAPASITAS

- Hitung kapasitas masing-masing pendekat dan masukkan hasilnya pada Kolom 22:

$$C = S \times g/c \quad (32)$$

di mana nilai-nilai S didapat dari Kolom 17, g dan c dari Kolom 11 (bagian terbawah)

- Hitung derajat kejenuhan masing-masing pendekat, dan masukkan hasilnya kedalam Kolom 23:

$$DS = Q/C \quad (33)$$

di mana nilai-nilai Q dan C didapat dari Kolom 18 dan 22.

Jika penentuan waktu sinyal sudah dikerjakan secara benar, derajat kejenuhan akan hampir sama dalam semua pendekat-pendekat kritis.

LANGKAH D-2: KEPERLUAN UNTUK PERUBAHAN

Jika waktu siklus yang dihitung pada langkah C-6 lebih besar dari batas atas yang disarankan pada bagian yang sama, derajat kejenuhan (DS) umumnya juga lebih tinggi dari 0,85. Ini berarti bahwa simpang tersebut mendekati lewat-jenuh, yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu-lintas puncak. Kemungkinan untuk menambah kapasitas simpang melalui salah satu dari tindakan berikut, oleh karenanya harus dipertimbangkan:

a) Penambahan lebar pendekat

Jika mungkin untuk menambah lebar pendekat, pengaruh terbaik dari tindakan seperti ini akan diperoleh jika pelebaran dilakukan pada pendekat-pendekat dengan nilai FR kritis tertinggi (Kolom 19).

b) Perubahan Fase Sinyal

Jika pendekat dengan arus berangkat terlawan (tipe O) dan rasio belok kanan (p_{RT}) tinggi menunjukan nilai FR kritis yang tinggi (FR > 0,8), suatu rencana fase alternatif dengan fase terpisah untuk lalu-lintas belok-kanan mungkin akan sesuai. Lihat Bagian 1.2 di atas untuk pemilihan fase sinyal. Penerapan fase terpisah untuk lalu-lintas belok kanan mungkin harus disertai dengan tindakan pelebaran juga.

Jika simpang dioperasikan dalam empat fase dengan arus berangkat terpisah dari masing-masing pendekat, karena rencana fase yang hanya dengan dua fase mungkin memberikan kapasitas lebih tinggi, asalkan gerakan-gerakan belok kanan tidak terlalu tinggi (< 200 smp/jam)

c) Pelarangan gerakan(-gerakan) belok-kanan

Pelarangan bagi satu atau lebih gerakan belok-kanan biasanya menaikkan kapasitas, terutama jika hal itu menyebabkan pengurangan jumlah fase yang diperlukan. Walaupun demikian perancangan manajemen lalu-lintas yang tepat, perlu untuk memastikan agar perjalanan oleh gerakan belok kanan yang akan dilarang tersebut dapat diselesaikan tanpa jalan pengalih yang terlalu panjang dan mengganggu simpang yang berdekatan.

LANGKAH E: PERILAKU LALU-LINTAS

Langkah E meliputi penentuan perilaku lalu-lintas pada simpang bersinyal berupa panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan. Perhitungan-perhitungan dikerjakan dengan menggunakan Formulir SIG-V.

LANGKAH E-1: PERSIAPAN

- Isikan informasi-informasi yang diperlukan ke dalam judul dari Formulir SIG-V.
- Masukkan kode pendekat pada Kolom 1 (sama seperti Kolom 1 pada Formulir SIG-IV). Untuk pendekat dengan keberangkatan lebih dari satu fase hanya satu baris untuk gabungan fase yang dimasukkan.
- Masukkan arus lalu-lintas (Q,smp/jam) masing-masing pendekat pada Kolom 2 (dari Formulir SIG-IV Kolom 18).
- Masukkan kapasitas (C,smp/jam) masing-masing pendekat pada Kolom 3 (dari Kolom 22 pada Formulir SIG-IV).
- Masukkan derajat kejenuhan (DS) masing-masing pendekat pada Kolom 4 (dari Formulir SIG-IV Kolom 23).
- Hitung rasio hijau (GR = g/c) masing-masing pendekat dari hasil penyesuaian pada Formulir SIG-IV (Kolom 11 terbawah dan Kolom 21), dan masukkan hasilnya pada Kolom 5.
- Masukkan arus total dari seluruh gerakan LTOR dalam smp/jam yang diperoleh sebagai jumlah dari seluruh gerakan LTOR pada Formulir SIG-II, Kolom 13 (terlindung), dan masukkan hasilnya pada Kolom 2 pada baris untuk gerakan LTOR pada Formulir SIG-V.
- Masukkan dalam kotak dibawah Kolom2, perbedaan antara arus masuk dan keluar (Q_{adj}) pendekat yang lebar keluarnya telah menentukan lebar efektif pendekat.

LANGKAH E-2: PANJANG ANTRIAN

- Gunakan hasil perhitungan derajat kejenuhan (kolom 5) untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ_1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya. Gunakan rumus atau Gambar E-2:1 dibawah, dan masukkan hasilnya pada Kolom 6.

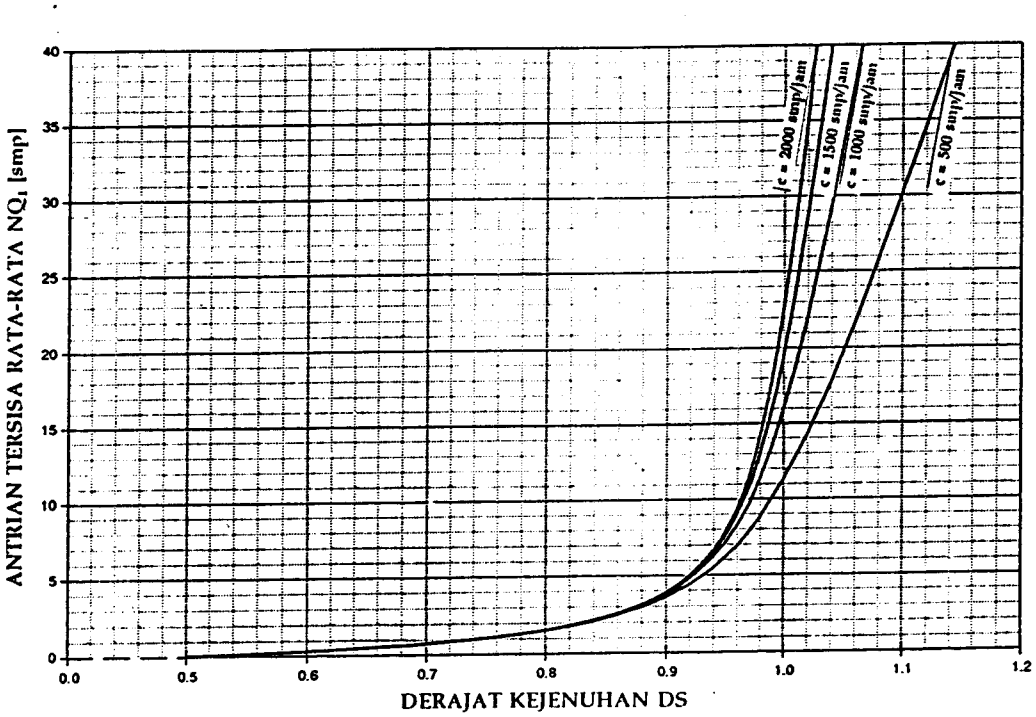
Untuk DS > 0,5:

$$NQ_1 = 0{,}25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0{,}5)}{C}} \right] \quad (34.1)$$

Untuk DS ≤ 0,5: $NQ_1 = 0$ (34.2)

dimana

NQ_1	jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
DS	derajat kejenuhan
GR	rasio hijau
C	kapasitas (smp/jam) = arus jenuh dikalikan rasio hijau (S×GR)



Gambar E-2:1 Jumlah kendaraan antri (smp) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1)

- Hitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2), dan masukkan hasilnya pada Kolom 7.

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (35)$$

dimana

NQ_2 jumlah smp yang datang selama fase merah
DS derajat kejenuhan
GR rasio hijau
c waktu siklus (det)
Q_{masuk} arus lalu-lintas pada tempat masuk diluar LTOR (smp/jam)

Catatan: Jika lebar keluar jalur lalu-lintas dan arus lalu-lintas telah digunakan pada penentuan waktu sinyal (lihat Langkah C:2 dan C:5), arus yang dicatat pada Kolom 2 pada Formulir SIG-V adalah = Q_{keluar}. Nilai Q_{masuk} yang digunakan pada persamaan 8.2 diatas harus diperoleh dengan bantuan Formulir SIG-II. Lebih lanjut, agar didapat nilai arus simpang total yang benar, penyesuaian terhadap arus tercatat pada Kolom 2 untuk seluruh pendekat semacam itu harus dihitung dan jumlah dari penyesuaian ini dimasukkan pada baris yang sesuai pada bagian terbawah Kolom 2:

Penyesuaian arus: $Q_{peny} = \sum (Q_{masuk} - Q_{keluar})$ (36)

untuk seluruh pendekat dimana arus lalu-lintas keluarnya telah digunakan dalam analisa waktu.

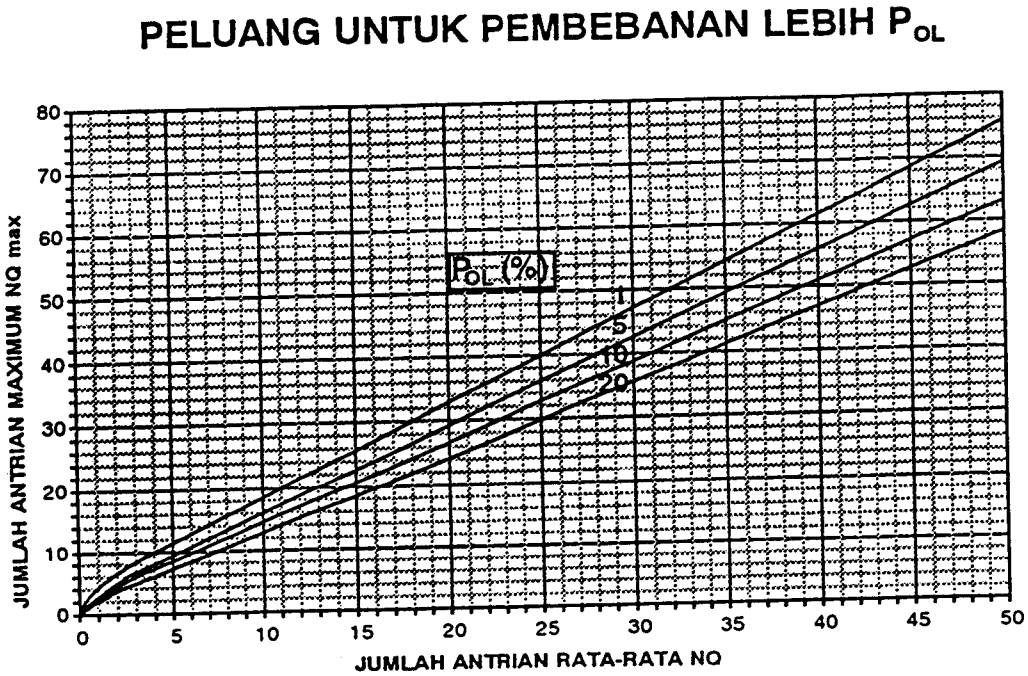
- Dapatkan jumlah kendaraan antri dan masukkan hasilnya pada Kolom 8:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (37)$$

- Gunakan Gambar E-2:2 di bawah, untuk menyesuaikan NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih p_{OL}(%), dan masukkan hasil nilai NQ_{MAX} pada Kolom 9. Untuk perancangan dan perencanaan disarankan $p_{OL} \leq 5$ %, untuk operasi suatu nilai p_{OL} = 5 - 10 % mungkin dapat diterima.

- Hitung panjang antrian (QL) dengan mengalikan NQ_{MAX} dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m^2) kemudian bagilah dengan lebar masuknya, dan masukkan hasilnya pada Kolom 10.

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}} \quad (m) \quad (38)$$



Gambar E-2:2 Perhitungan jumlah antrian (NQ_{MAX}) dalam smp

LANGKAH E-3: KENDARAAN TERHENTI

- Hitung angka henti (NS) masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) dengan rumus dibawah atau gunakan Gambar E-3:1. NS adalah fungsi dari NQ (Kolom 8) dibagi dengan waktu siklus (dari Formulir SIG-IV). Masukkan hasilnya pada Kolom 11.

$$NS = 0{,}9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \qquad (39)$$

dimana:
c waktu siklus (det)
Q arus lalu-lintas (smp/jam)

- Hitung jumlah kendaraan terhenti (N_{SV}) masing-masing pendekat dan masukkan hasilnya pada Kolom (12).

$$N_{SV} = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \qquad (40)$$

- Hitung angka henti seluruh simpang dengan cara membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total Q dalam kend./jam, dan masukkan hasilnya pada bagian terbawah Kolom (12) :

$$NS_{TOT} = \frac{\Sigma N_{SV}}{Q_{TOT}} \qquad (41)$$

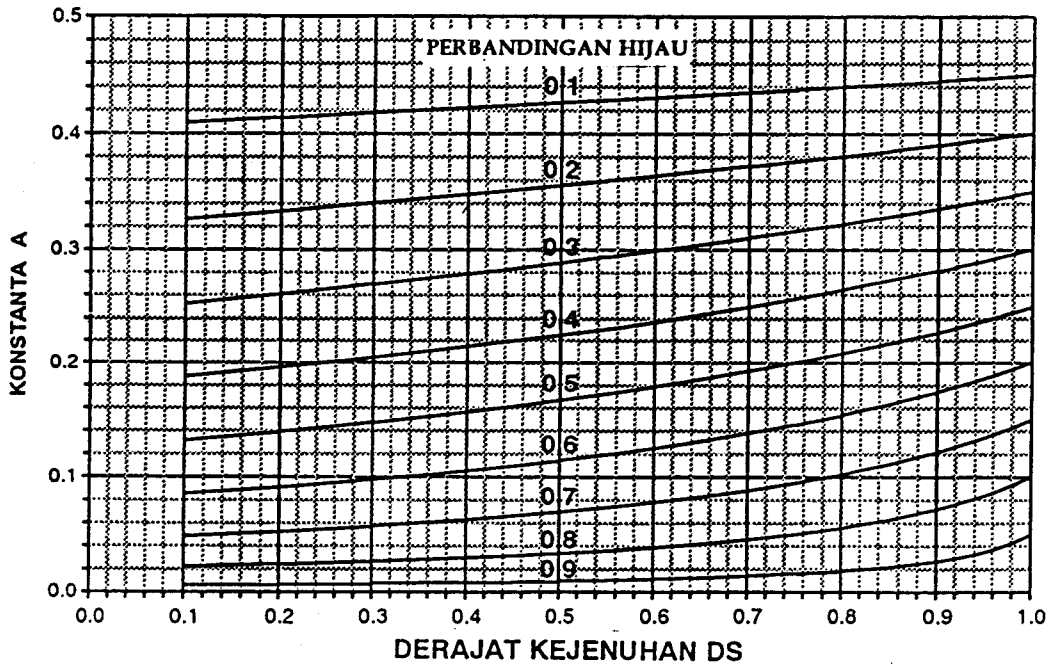
LANGKAH E-4: TUNDAAN

1) Hitung tundaan lalu-lintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang sebagai berikut (berdasarkan pada Akcelik 1988), dan masukkan hasilnya pada Kolom 13:

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \qquad (42)$$

dimana:

DT	=	Tundaan lalu-lintas rata-rata (det/smp)
c	=	waktu siklus yang disesuaikan (det) dari Form SIG-IV
A	=	$\frac{0{,}5 \times (1\text{-}GR)^2}{(1\text{-}GR \times DS)}$, lihat Gambar E-4:1 dibawah.
GR	=	rasio hijau (g/c) dari Kolom 5
DS	=	derajat kejenuhan dari Kolom 4
NQ_1	=	jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dari Kolom 6
C	=	kapasitas (smp/jam) dari Kolom 3



Gambar E-4:1 Penetapan tundaan lalu-lintas rata-rata (DT)

2) Tentukan tundaan geometri rata-rata masing-masing pendekat (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan/atau ketika dihentikan oleh lampu merah:

$$DG_j = (1-p_{sv}) \times p_T \times 6 + (p_{sv} \times 4) \quad (43)$$

dimana:

DG_j = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)
p_{SV} = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = Min (NS,1)
p_T = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat dari Formulir SIG-IV

Masukkan hasil tundaan geometri rata-rata pada Kolom (14)

3) Hitung tundaan geometrik gerakan lalu-lintas dengan belok kiri langsung (LTOR) sebagai berikut:

- Masukkan arus total dari gerakan LTOR dalam smp/jam pada Kolom 2 (dari Formulir SIG-II, gerakan terlindung) pada baris khusus untuk keperluan ini.
- Masukkan tundaan geometrik rata-rata = 6 detik pada Kolom 14.

4) Hitung tundaan rata-rata (det/smp) sebagai jumlah dari Kolom 13 dan 14 dan masukkan hasilnya pada Kolom 15.

5) Hitung tundaan total dalam detik dengan mengalikan tundaan rata-rata (Kolom 15) dengan arus lalu-lintas (Kolom 2), dan masukkan hasilnya pada Kolom 16.

6) Hitung tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D_I) dengan membagi jumlah nilai tundaan pada Kolom 16 dengan arus total (Q_{TOT}) dalam smp/jam yang dicatat dibagian bawah Kolom 2 pada Formulir SIG-V:

$$D_I = \frac{\Sigma\ (Q \times D_j)}{Q_{TOT}} \quad \text{det/smp} \quad (44)$$

Masukkan nilai tersebut kedalam kotak paling bawah pada Kolom 16.

- Tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan dari masing-masing pendekat demikian juga dari suatu simpang secara keseluruhan.

4. CONTOH PERHITUNGAN

CONTOH 1

Sinyal lalu-lintas yang telah ada di Jl. Iskandarsyah - Jl. Wijaya, (Jakarta) bekerja dalam pengaturan empat fase dengan hijau awal pada pendekat Barat.

Simpang: Jl. Iskandarsyah - Jl. Wijaya, Jakarta

Tugas:

a) Hitung waktu sinyal, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan dengan pengaturan empat fase (dengan hijau awal pada pendekat Barat)

b) Hitung waktu sinyal, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan dengan pengaturan tiga fase

Data masukan: Kondisi-kondisi geometrik, pengaturan lalu-lintas dan lingkungan, lihat Formulir SIG-I
Data arus lalu-lintas lihat Formulir SIG-II.
Waktu kuning dan Waktu merah semua lihat Formulir SIG-III.

Hasil: Hasil perhitungan ditunjukkan pada Formulir SIG-IV dan Formulir SIG-V.

Catatan: Formulir SIG-II menunjukkan arus lalu-lintas dalam smp/jam untuk semua jurusan. Gerakan LTOR (belok kiri langsung) dari pendekat Timur dapat diberangkatkan tanpa mengganggu gerakan ST dan RT sehingga LTOR tersebut tidak disertakan pada perhitungan waktu sinyal, kapasitas, derajat kejenuhan dan panjang antrian. Tetapi dalam perhitungan tundaan dan jumlah kendaraan terhenti, (tetapi LTOR tersebut diikut-sertakan dalam perhitungan tundaan dan jumlah kendaraan berhenti).

Pengaturan empat fase dengan hijau awal pada pendekat Barat:
Formulir SIG-IV menunjukkan Rasio Arus Simpang (IFR) adalah 0,777.
Waktu siklus sebesar 117 detik, dan waktu hijau 24, 29 dan 50 detik.
Derajat kejenuhan simpang adalah 0,896.
Formulir SIG-V menunjukkan panjang antrian maksimum adalah 127 m.
Tundaan dari simpang tersebut adalah 45,3 detik.

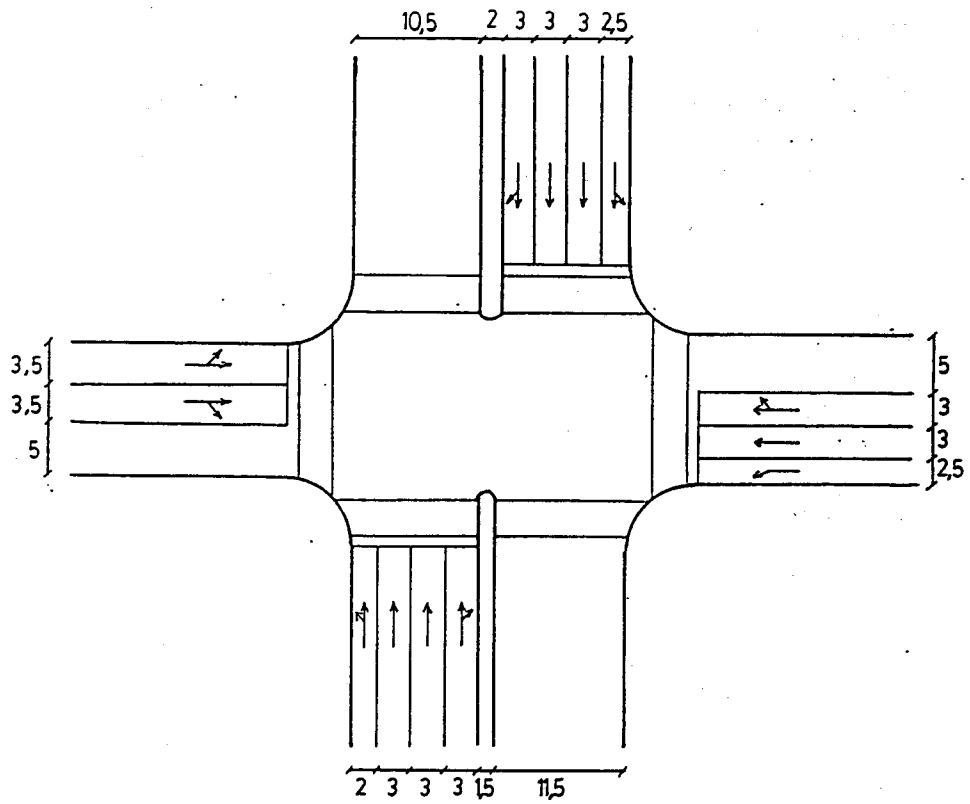
Pengaturan tiga-fase: (Perhatikan: >< artinya = bandingkan dengan)
Formulir SIG-IV menunjukkan Rasio Arus Simpang (IFR) adalah 0,706 (>< 0,777).
Waktu siklus sebesar 88 detik (>< 177 detik), dan waktu hijau 19 detik (>< 24 detik); 23 detik (>< 29 detik) dan 32 detik (>< 50 detik).
Derajat kejenuhan simpang adalah 0,843 (>< 0,896).
Formulir SIG-V menunjukkan panjang antrian maksimum adalah 93 m (>< 127 m).
Tundaan dari simpang tersebut adalah 34,2 detik (>< 45,3 detik).

Contoh
Formulir SIG-I

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-I: **GEOMETRI** **PENGATURAN LALU LINTAS** **LINGKUNGAN**	Tanggal: *24 Januari 1996*	Ditangani oleh: *DK*
	Kota: *Jakarta*	
	Simpang: *Iskandarsyah - Wijaya*	
	Ukuran kota: *8,3 juta*	
	Perihal: *4 - Fase hijau awal*	
	Periode: *Jam puncak pagi - sore*	

FASE SINYAL YANG ADA

g = 28	g = 17	g = 6	g = 21	Waktu siklus: c = 87 Waktu hilang total: LTI= Σ IG = 15
IG = 5	IG = 5	IG =	IG = 5	



KONDISI LAPANGAN

Kode pendekat (1)	Tipe lingkungan jalan (2)	Hambatan samping Tinggi/Rendah (3)	Median Ya/Tidak (4)	Kelandaian +/- % (5)	Belok-kiri langsung Ya/Tidak (6)	Jarak ke kendaraan parkir (m) (7)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat W_A (8)	Masuk W_{MASUK} (9)	Belok kiri langsung W_{LTOR} (10)	Keluar W_{KELUAR} (11)
U	*COM*	*R*	*Y*		*T*		*11,5*	*11,5*		*11,5*
S	*RES*	*R*	*Y*		*T*		*11,0*	*11,0*		*10,5*
T	*RES*	*R*	*T*		*Y*		*8,5*	*6,0*	*2,5*	*5,0*
B	*RES*	*R*	*T*		*T*		*7,0*	*7,0*		*5,0*

Contoh 1

Formulir SIG-II

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-II: **ARUS LALU LINTAS**	Tanggal: *24 Januari 1996* Kota: *Jakarta* Simpang: *Iskandarsyah - Wijaya*	Ditangani oleh: *DK* Perihal: *4 - Fase hijau awal* Periode: *Jam puncak pagi - sore*

Kode Pen-dekat	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)														KEND. TAK BERMOTOR	
		Kendaraan ringan (LV) emp terlindung = 1,0 emp terlawan = 1,0			Kendaraan berat (HV) emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3			Sepeda Motor (MC) emp terlindung = 0,2 emp terlawan = 0,4			Kendaraan bermotor total MV			Rasio berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		p LT	p RT	kend/ jam	
			Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Rms. (13)	Rms. (14)		Rms. (15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	LT/LTOR	*49*	*49*	*49*	*7*	*9*	*9*	*19*	*4*	*8*	*75*	*62*	*66*	*0,05*		*0*	
	ST	*680*	*680*	*680*	*91*	*118*	*118*	*263*	*53*	*105*	*1034*	*851*	*903*			*4*	
	RT	*257*	*257*	*257*	*34*	*44*	*44*	*99*	*20*	*40*	*390*	*321*	*341*		*0,26*	*0*	
	Total	*986*	*986*	*986*	*132*	*171*	*171*	*381*	*77*	*153*	*1499*	*1234*	*1310*			*4*	*0,003*
S	LT/LTOR	*152*	*152*	*152*	*6*	*8*	*8*	*35*	*7*	*14*	*193*	*167*	*174*	*0,11*		*2*	
	ST	*627*	*627*	*627*	*24*	*31*	*31*	*144*	*29*	*58*	*795*	*687*	*716*			*3*	
	RT	*554*	*554*	*554*	*21*	*27*	*27*	*127*	*25*	*51*	*702*	*606*	*632*		*0,42*	*2*	
	Total	*1333*	*1333*	*1333*	*51*	*66*	*66*	*306*	*61*	*123*	*1690*	*1460*	*1522*			*7*	*0,004*
T	LT/LTOR	*428*	*428*	*428*	*25*	*33*	*33*	*224*	*45*	*90*	*677*	*506*	*551*	*0,43*		*10*	
	ST	*550*	*550*	*550*	*32*	*42*	*42*	*288*	*58*	*115*	*870*	*650*	*707*			*6*	
	RT	*21*	*21*	*21*	*1*	*1*	*1*	*11*	*2*	*4*	*33*	*24*	*26*		*0,02*	*1*	
	Total	*999*	*999*	*999*	*58*	*76*	*76*	*523*	*105*	*209*	*1580*	*1180*	*1284*			*17*	*0,011*
B	LT/LTOR	*102*	*102*	*102*	*23*	*30*	*30*	*62*	*12*	*25*	*187*	*144*	*157*	*0,19*		*2*	
	ST	*321*	*321*	*321*	*71*	*92*	*92*	*194*	*39*	*78*	*586*	*452*	*491*			*6*	
	RT	*127*	*127*	*127*	*28*	*36*	*36*	*76*	*15*	*30*	*231*	*178*	*193*		*0,23*	*1*	
	Total	*550*	*550*	*550*	*122*	*158*	*158*	*332*	*66*	*133*	*1004*	*774*	*841*			*9*	*0,010*
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																

Contoh 1

Formulir SIG-II

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal:	*24 Januari 1996*
Formulir SIG-III:		Ditangani oleh:	*DK*
WAKTU ANTAR HIJAU		Kota:	*Jakarta*
WAKTU HILANG		Simpang:	*Iskandarsyah - Wijaya*
		Perihal:	*4 - Fase hijau awal*

LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG							Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan	Pendekat	U	S	T	B			
	V_E m/det	Kecepatan V_A m/det	*10*	*10*	*10*	*10*			
		Jarak berangkat-datang (m)*)			*15,5+5-16*				
U	*10*	Waktu berangkat-datang (det)**			*1,6+0,5-1,6*				*0.5*
		Jarak berangkat-datang (m)				*16,2+5-15,5*			
S	*10*	Waktu berangkat-datang (det)				*1,6+0,5-1,6*			
		Jarak berangkat-datang (m)		*29+5-13*					
T	*10*	Waktu berangkat-datang (det)		*2,9+0,5-1,3*					*2.1*
		Jarak berangkat-datang (m)	*28,8+5-11,2*						
B	*10*	Waktu berangkat-datang (det)	*2,9+0,5-1,1*						*2.3*
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							

Penentuan waktu merah semua	
Fase 1 --> Fase 2	*1.0*
Fase 2 --> Fase 3	*1.0*
Fase 3 --> Fase 4	*0.0*
Fase 4 --> Fase 1	*3.0*
Waktu kuning total (3 det/fase)	*9.0*
Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)	*14.0*

*) Dari gambar, lihat contoh Gambar B-2:1

**) Waktu untuk berangkat = $(L_{EV} + l_{EV})/V_{EV}$

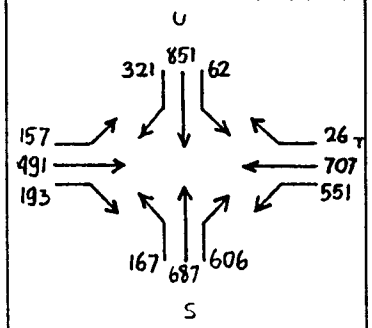
Waktu untuk datang = L_{AV}/V_{AV}

SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-IV: **PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS**

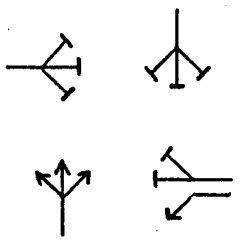
Tanggal: *24 Januari 1996*
Kota: *Jakarta*
Simpang: *Iskandarsyah - Wijaya*

Ditangani oleh: DK
Perihal: *4 - Fase hijau awal*
Periode: *Jam puncak pagi - sore*

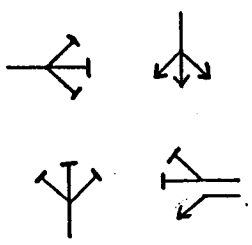
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)



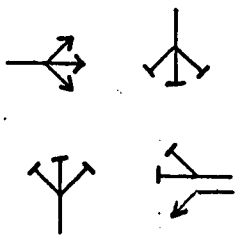
Fase 1



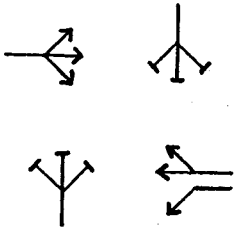
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau							Nilai disesuaikan smp/jam hijau	Arus lalu lintas smp/jam	Rasio arus FR	Rasio fase PR = FRcrit	Waktu hijau det	Kapasitas smp/jam S x g/c	Derajat kejenuhan
						Arah diri	Arah lawan		Nilai dasar smp/jam hijau	Faktor-faktor penyesuaian												
										Semua tipe pendekat				Hanya tipe P								
			p_{LTOR}	p_{LT}	p_{RT}	Q_{RT}	Q_{RTO}	W_e	S_o Rms.(20) Gb.C-3:2 Gb.C-3:3	Ukuran kota F_{CS} Tb.C-4:1	Hambatan samping F_{SF} Tb.C-4:2	Kelandaian F_G Gb.C-4:1	Parkir F_P Rms.(21)	Belok kanan F_{RT} Rms.(22)	Belok kiri F_{LT} Rms.(23)	S Rms.(24)	Q	Q/S Rms.(26)	IFR Rms.(28)	g Rms.(30)	C Rms.(32)	Q/C Rms.(33)
			Rms.(18) Rms.(19)																			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
U	*2*	*P*		*0,05*	*0,26*			*11,5*	*6900*	*1,05*	*0,95*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*0,99*	*6814*	*1234*	*0,181*	*0,233*	*24*	*1398*	*0,883*
S	*1*	*P*		*0,11*	*0,42*			*11,0*	*6600*	*1,05*	*0,98*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*0,98*	*6656*	*1460*	*0,219*	*0,282*	*29*	*1650*	*0,885*
T	*4*	*O*	*0,43*		*0,02*	*26*	*193*	*6,0*	*2350*	*1,05*	*0,97*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*2393*	*733*	*0,306*	*0,394*	*40*	*818*	*0,896*
B	*3*	*P*		*0,19*	*0,23*			*7,0*	*4200*	*1,05*	*0,97*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*0,97*	*4398*	*774*	*0,071*	*0,091*	*10*		
B	*4*	*O*		*0,19*	*0,23*	*193*	*26*	*7,0*	*3600*	*1,05*	*0,97*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*3667*	*841*	*0,229*		*40*		
B	*3/4*	*P/O*														*3850*	*824*	*0,214*		*50*	*1645*	*0,501*

Waktu hilang total L LTI (det)	*14*	Waktu siklus pra penyesuaian	c	$_{ua}$ (det)	Rms.(29)	*116,6*
		Waktu sikus disesuaikan	c	(det)	Rms.(31)	*117*

IFR= Σ FRcrit *0,777*

MKJI: SIMPANG BERSINYAL

Contoh 1

SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-V: **PANJANG ANTRIAN**
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI
TUNDAAN

Tanggal: *24 Januari 1996*
Kota: *Jakarta*
Simpang: *Iskandarsyah - Wijaya*
Waktu siklus: *117*

Ditangani oleh: *DK*
Perihal: *4 - Fase hijau awal*
Periode: *Jam puncak pagi - sore*

Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang antrian (m)	Rasio kendaraan stop/smp	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam	Tundaan			
					N_1	N_2	Total NQ1+NQ2= NQ	NQ_{MAX}				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp	Tundaan geo-metrik rata-rata det/smp	Tundaan rata-rata det/smp D = DT + DG	Tundaan total smp.det D x Q
					Rms.(34.1)	Rms.(35)	Rms.(37)	Gb.E-2:2	Rms.(38)	Rms.(39)	N_{sv} Rms.(40)	DT Rms.(42)	DG Rms.(43)	(13)+(14)	(2)x(15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	*1234*	*1398*	*0,883*	*0,205*	*3,2*	*38,9*	*42,1*	*59*	*103*	*0,945*	*1166*	*53,4*	*3,9*	*57,3*	*70708*
S	*1460*	*1650*	*0,885*	*0,248*	*3,2*	*45,7*	*48,9*	*68*	*124*	*0,928*	*1355*	*49,4*	*3,9*	*53,3*	*77818*
T	*733*	*818*	*0,896*	*0,342*	*3,5*	*22,6*	*26,1*	*38*	*127*	*0,986*	*723*	*51,9*	*4,0*	*55,9*	*40975*
B	*824*	*1645*	*0,501*	*0,427*	*0,0*	*19,5*	*19,5*	*29*	*83*	*0,655*	*540*	*24,4*	*3,5*	*27,9*	*22990*
LTOR (semua)	*506*											*0,0*	*6,0*	*6,0*	*3036*
Arus kor. Qkor.											Total:	*3784*		Total:	*215527*
Arus total Qtot.	*4757*										Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp:	*0,80*		Tundaan simpang rata-rata (det/smp):	*45,31*

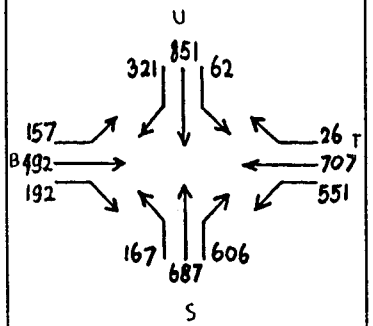
- Arus kor. = Arus yang dikoreksi

Contoh 1

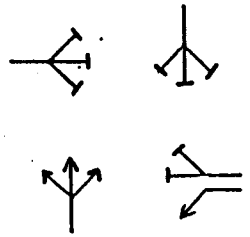
Formulir SIG-IV

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-IV: **PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS**	Tanggal: *24 Januari 1996* Kota: *Jakarta* Simpang: *Iskandarsyah - Wijaya*	Ditangani oleh: DK Perihal: *3 - Fase* Periode: *Jam puncak pagi - sore*

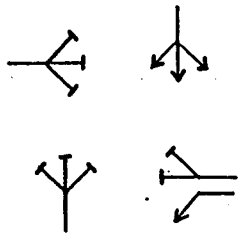
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)



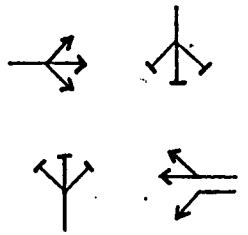
Fase 1



Fase 2



Fase 3



Fase 4

Kode pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pendekat	Ratio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Saturation flow smp/hg								Arus lalu lintas smp/jam	Rasio arus FR	Rasio fase PR = FRcrit	Waktu hijau det	Kapasitas smp/j S x g/c	Derajat kejenuhan
						Arah diri	Arah lawan		Nilai dasar	Faktor-faktor koreksi						Nilai disesuaikan						
										Semua tipe pendekat				Hanya tipe P								
			p_{LTOR}	p_{LT}	p_{RT}	Q_{RT}	Q_{RTO}	W_e	smp/jam hijau S_o	Ukuran kota F_{CS}	Hambatan samping F_{SF}	Kelandaian F_G	Parkir F_P	Belok kanan F_{RT}	Belok kiri F_{LT}	smp/jam hijau S	smp/jam Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C
								Rms.(18)	Rms.(20) Gb.C-3:2 Gb.C-3:3									Rms.(26)		Rms.(30)	Rms.(32)	Rms.(33)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
U	*2*	*P*		*0,05*	*0,26*			*11,5*	*6900*	*1,05*	*0,95*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*0,99*	*6814*	*1234*	*0,181*	*0,256*	*19*	*1471*	*0,839*
S	*1*	*P*		*0,11*	*0,42*			*11,0*	*6600*	*1,05*	*0,98*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*0,98*	*6656*	*1460*	*0,219*	*0,310*	*23*	*1740*	*0,839*
T	*3*	*O*	*0,43*		*0,02*	*26*	*193*	*6,0*	*2350*	*1,05*	*0,97*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*2393*	*733*	*0,306*	*0,433*	*32*	*870*	*0,843*
B	*3*	*O*		*0,19*	*0,23*	*193*	*26*	*7,0*	*3600*	*1,05*	*0,97*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*3667*	*841*	*0,229*		*32*	*1333*	*0,631*

Waktu hilang total L LTI (det)	*14*	Waktu siklus pra penyesuaian c_{ua} (det)	Rms.(29)	88,44	IFR= Σ FRcrit	*0,706*
		Waktu sikus disesuaikan c (det)	Rms.(31)	88		

Contoh 1

SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-V: **PANJANG ANTRIAN**
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI
TUNDAAN

Tanggal: *24 Januari 1996*
Kota: *Jakarta*
Simpang: *Iskandarsyah - Wijaya*
Waktu siklus: *88*

Ditangani oleh: *DK*
Perihal: *3 - Fase*
Periode: *Jam puncak pagi - sore*

Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang antrian (m)	Rasio kendaraan stop/smp	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam	Tundaan			
					N_1	N_2	Total NQ1+NQ2= NQ	NQ_{MAX}				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geo-metrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D = DT + DG	Tundaan total smp.det D x Q
					Rms.(34.1)	Rms.(35)	Rms.(37)	Gb.E-2:2	Rms.(38)	Rms.(39)	Rms.(40)	Rms.(42)	Rms.(43)	(13)+(14)	(2)x(15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	*1234*	*1471*	*0,839*	*0,216*	*2,1*	*28,9*	*31,0*	*44*	*77*	*0,925*	*1142*	*38,2*	*3,8*	*42,0*	*51828*
S	*1460*	*1740*	*0,839*	*0,261*	*2,1*	*33,8*	*35,9*	*51*	*93*	*0,905*	*1321*	*35,1*	*3,9*	*39,0*	*56940*
T	*733*	*870*	*0,843*	*0,364*	*2,1*	*16,4*	*18,5*	*27*	*90*	*0,929*	*681*	*34,4*	*3,9*	*38,3*	*28074*
B	*841*	*1333*	*0,631*	*0,364*	*0,4*	*17,0*	*17,4*	*26*	*74*	*0,762*	*641*	*24,2*	*3,6*	*27,8*	*23380*
LTOR (semua)	*506*											*0,0*	*6,0*	*6,0*	*3036*
Arus kor. Qkor.											Total:	*3784*		Total:	*163258*
Arus total Qtot.	*4774*										Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp:	*0,79*		Tundaan simpang rata-rata (det/smp):	*34,20*

- Arus kor. = Arus yang dikoreksi

CONTOH 2

Sinyal lalu-lintas yang telah ada di Jl. Martadinata - Jl. A. Yani, (Bandung) bekerja dalam pengaturan dua fase.

Simpang: Jl.Martadinata - Jl.A.Yani, Bandung.

Tugas:
a) Hitung waktu sinyal, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan dengan pengaturan dua-fase
b) Hitung waktu sinyal, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan dengan pengaturan dua fase (tidak termasuk fase RT)
c) Diskusikan pengaruh pengaturan dua-fase dan pengaturan empat fase.

Data masukan: Kondisi-kondisi geometrik, pengendalian lalu-lintas dan lingkungan, lihat Formulir SIG -I
Data arus lalu-lintas lihat Formulir SIG-II.
Waktu kuning dan waktu merah semua lihat Formulir SIG-III.

Hasil: Hasil perhitungan ditunjukkan pada Formulir SIG-IV dan Formulir SIG-V.

Catatan: Formulir SIG-II menunjukkan arus lalu-lintas dalam smp/jam untuk semua jurusan. Karena gerakan LTOR (belok kiri langsung) dapat diberangkatkan tanpa mengganggu gerakan ST dan RT sehingga LTOR tersebut tidak disertakan pada perhitungan waktu sinyal, kapasitas, derajat kejenuhan dan panjang antrian, (tetapi disertakan dalam perhitungan tundaan dan jumlah kendaraan terhenti).

Pengaturan dua-fase: (Perhatikan >< = bandingkan dengan)
Formulir SIG-IV menunjukkan bahwa rasio arus simpang (IFR) adalah 0,634 yaitu dibawah 0,75, seperti disarankan panduan, bagian 2.3.3c.
Waktu siklus sebesar 50 detik (>< 65 detik), dan waktu hijau 22 detik (>< 23 detik) dan 19 detik (>< 32 detik).
Derajat kejenuhan simpang adalah 0,775.
Formulir SIG-V menunjukkan panjang antrian maksimum adalah 46 m.
Tundaan simpang tersebut adalah 17,2 detik.

Pengaturan empat-fase:
Formulir SIG-IV menunjukkan Rasio Arus Simpang (IFR) adalah 0,658 (>< 0,634).
Waktu siklus sebesar 93 detik (>< 50 detik)
Derajat kejenuhan simpang adalah 0,827 (>< 0,775).
Formulir SIG-V menunjukkan panjang antrian maksimum adalah 100 m (>< 46 m).
Tundaan dari simpang tersebut adalah 39,4 detik (>< 17,2 detik).

Perubahan dari pengaturan dua-fase menjadi pengaturan empat-fase sangat memperburuk perilaku lalu-lintas disimpang, tetapi mungkin mengurangi kecelakaaan lalu-lintas pada simpang tersebut, seperti dibahas dalam panduan bagian 2.3.3d.

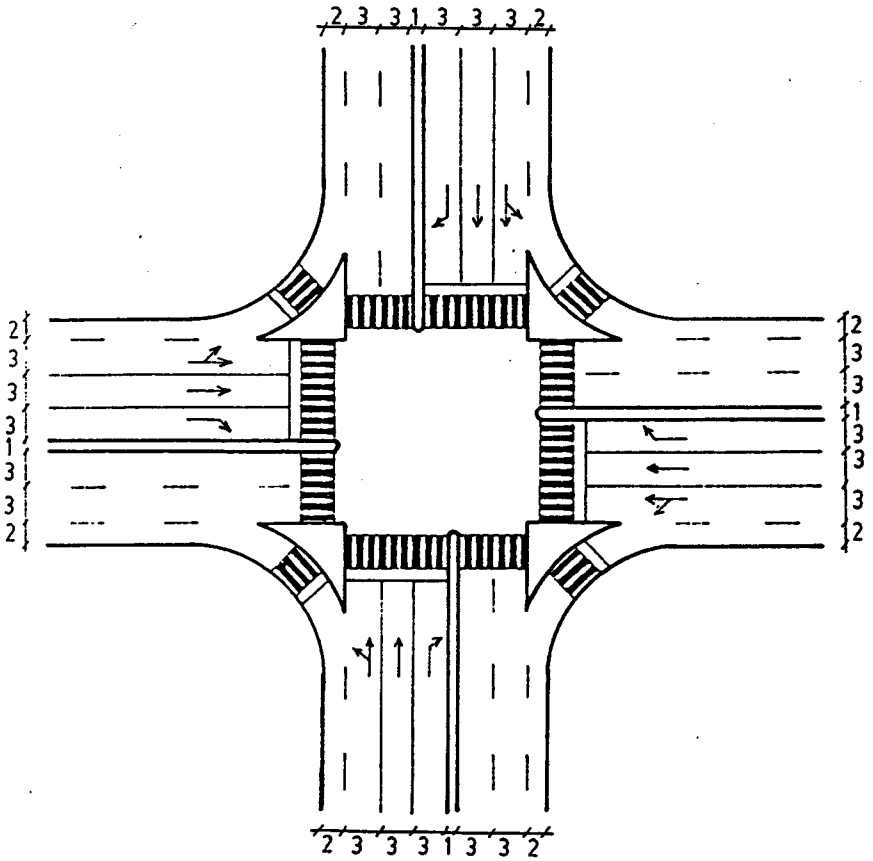
Contoh 2

Formulir SIG-I

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-I: **GEOMETRI** **PENGATURAN LALU LINTAS** **LINGKUNGAN**	Tanggal: *24 Januari 1996*	Ditangani oleh: *DK*
	Kota: *Bandung*	
	Simpang: *Martadinata - A. Yani*	
	Ukuran kota: *2,1 juta*	
	Perihal: *2 - Fase*	
	Periode: *Jam puncak pagi - sore*	

FASE SINYAL YANG ADA

g = 23	g = 32	g =	g =	Waktu siklus: c = 65 Waktu hilang total: LTI= Σ IG = 10
IG = 5	IG = 5	IG =	IG =	



KONDISI LAPANGAN

Kode pendekat (1)	Tipe lingkungan jalan (2)	Hambatan samping Tinggi/Rendah (3)	Median Ya/Tidak (4)	Kelandaian +/- % (5)	Belok-kiri langsung Ya/Tidak (6)	Jarak ke kendaraan parkir (m) (7)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat W_A (8)	Masuk W_{MASUK} (9)	Belok kiri langsung W_{LTOR} (10)	Keluar W_{KELUAR} (11)
U	*RES*	*T*	*Y*		*Y*		*11,0*	*9,0*	*2,0*	*6,0*
S	*RES*	*R*	*Y*		*Y*		*11,0*	*9,0*	*2,0*	*6,0*
T	*COM*	*T*	*T*		*Y*		*11,0*	*9,0*	*2,0*	*6,0*
B	*COM*	*R*	*T*		*Y*		*11,0*	*9,0*	*2,0*	*6,0*

Contoh 2

Formulir SIG-II

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal: *24 Januari 1996*	Ditangani oleh: *DK*
Formulir SIG-II:	Kota: *Bandung*	
ARUS LALU LINTAS	Simpang: *Martadinata - A. Yani*	Perihal: *2 - Fase*
		Periode: *Jam puncak P - S*

Kode Pen-dekat	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)														KEND TAK BERMOTOR	
		Kendaraan ringan (LV) emp terlindung = 1,0 emp terlawan = 1,0			Kendaraan berat (HV) emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3			Sepeda Motor (MC) emp terlindung = 0,2 emp terlawan = 0,4			Kendaraan bermotor total MV			Rasio berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		p_{LT}	p_{RT}	kend/ jam	
			Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Rms. (13)	Rms. (14)		Rms. (15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	LT/LTOR	*230*	*230*	*230*	*9*	*12*	*12*	*92*	*18*	*37*	*331*	*260*	*279*	*0,22*		*4*	
	ST	*684*	*684*	*684*	*26*	*34*	*34*	*275*	*55*	*110*	*985*	*773*	*828*			*39*	
	RT	*154*	*154*	*154*	*6*	*8*	*8*	*62*	*12*	*25*	*222*	*174*	*187*		*0,14*	*4*	
	Total	*1068*	*1068*	*1068*	*41*	*54*	*54*	*429*	*85*	*172*	*1538*	*1207*	*1294*			*47*	*0,031*
S	LT/LTOR	*147*	*147*	*147*	*8*	*10*	*10*	*61*	*12*	*24*	*216*	*169*	*181*	*0,14*		*8*	
	ST	*673*	*673*	*673*	*35*	*46*	*46*	*279*	*56*	*112*	*987*	*775*	*831*			*33*	
	RT	*216*	*216*	*216*	*11*	*14*	*14*	*89*	*18*	*36*	*316*	*248*	*266*		*0,21*	*5*	
	Total	*1036*	*1036*	*1036*	*54*	*70*	*70*	*429*	*86*	*172*	*1519*	*1192*	*1278*			*46*	*0,030*
T	LT/LTOR	*153*	*153*	*153*	*15*	*20*	*20*	*119*	*24*	*48*	*287*	*197*	*221*	*0,20*		*3*	
	ST	*521*	*521*	*521*	*51*	*66*	*66*	*404*	*81*	*162*	*976*	*668*	*749*			*43*	
	RT	*112*	*112*	*112*	*11*	*14*	*14*	*87*	*17*	*35*	*210*	*143*	*161*		*0,14*	*2*	
	Total	*786*	*786*	*786*	*77*	*100*	*100*	*610*	*122*	*245*	*1473*	*1008*	*1131*			*48*	*0,033*
B	LT/LTOR	*60*	*60*	*60*	*8*	*10*	*10*	*47*	*9*	*19*	*115*	*79*	*89*	*0,09*		*3*	
	ST	*509*	*509*	*509*	*64*	*83*	*83*	*398*	*80*	*159*	*971*	*672*	*751*			*39*	
	RT	*109*	*109*	*109*	*14*	*18*	*18*	*85*	*17*	*34*	*208*	*144*	*161*		*0,16*	*9*	
	Total	*678*	*678*	*678*	*86*	*111*	*111*	*530*	*106*	*312*	*1294*	*895*	*1001*			*51*	*0,039*
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																

Contoh 2

Formulir SIG-III

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal:	*24 Januari 1996*
Formulir SIG-III:		Ditangani oleh:	*DK*
WAKTU ANTAR HIJAU		Kota:	*Bandung*
WAKTU HILANG		Simpang:	*Martadinata - A. Yani*
		Perihal:	*2 - Fase*

LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG							Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan V_E m/det	Pendekat	U	S	T	B			
		Kecepatan V_A m/det	*10*	*10*	*10*	*10*			
U	*10*	Jarak berangkat-datang (m)*)			*16,5+5-6,5*				
		Waktu berangkat-datang (det)**			*1,6+0,5-0,6*				*1,5*
S	*10*	Jarak berangkat-datang (m)				*16,5+5-6,5*			
		Waktu berangkat-datang (det)				*1,6+0,5-0,6*			*1,5*
T	*10*	Jarak berangkat-datang (m)		*16,5+5-6,5*					
		Waktu berangkat-datang (det)		*1,6+0,5-0,6*					*1,5*
B	*10*	Jarak berangkat-datang (m)	*16,5+5-6,5*						
		Waktu berangkat-datang (det)	*1,6+0,5-0,6*						
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							

Penentuan waktu merah semua	
Fase 1 --> Fase 2	*2,0*
Fase 2 --> Fase 1	*2,0*
Fase --> Fase	
Fase --> Fase	
Waktu kuning total (3 det/fase)	*6,0*
Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)	*10,0*

*) Dari gambar, lihat contoh Gambar B-2:1

**) Waktu untuk berangkat = $(L_{EV} + l_{EV})/V_{EV}$

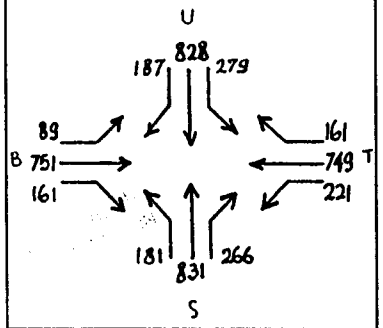
Waktu untuk datang = L_{AV}/V_{AV}

SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-IV: **PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS**

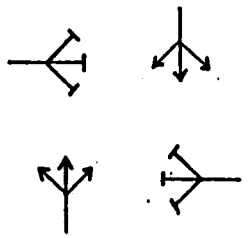
Tanggal: *24 Januari 1996*
Kota: *Bandung*
Simpang: *Martadinata - A. Yani*

Ditangani oleh: DK
Perihal: *2 - Fase*
Periode: *Jam puncak P - S*

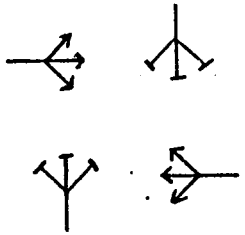
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)



Fase 1



Fase 2



Fase 3

Fase 4

Kode pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau							Arus lalu lintas smp/jam	Rasio arus FR	Rasio fase PR = FRcrit	Waktu hijau det	Kapasitas smp/jam S x g/c	Derajat kejenuhan
						Arah diri	Arah lawan		Nilai dasar smp/jam hijau	Faktor-faktor penyesuaian											
										Semua tipe pendekat				Hanya tipe P		Nilai disesuaikan smp/jam hijau					
			p_{LTOR}	p_{LT}	p_{RT}	Q_{RT}	Q_{RTO}	W_e	S_o Rms.(20) Gb.C-3:2 Gb.C-3:3	F_{CS} Tb.C-4:1	F_{SF} Tb.C-4:2	F_G Gb.C-4:1	F_P Rms.(21)	F_{RT} Rms.(22)	F_{LT} Rms.(23)	S Rms.(24)	Q	Q/S Rms.(26)	IFR Rms.(28)	g Rms.(30)	C Rms.(32)	Q/C Rms.(33)
			Rms.(18) Rms.(19)							Ukuran kota	Hambatan samping	Kelandaian	Parkir	Belok kanan	Belok kiri						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
U	*1*	*O*	*0,22*		*0,14*	*187*	*266*	*9,0*	*3200*	*1,00*	*0,93*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*2976*	*1015*	*0,341*	*0,538*	*24*	*1299*	*0,781*
S	*1*	*O*	*0,14*		*0,21*	*266*	*187*	*9,0*	*3650*	*1,00*	*0,95*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*3468*	*1097*	*0,316*		*24*	*1513*	*0,725*
T	*2*	*O*	*0,20*		*0,14*	*161*	*161*	*9,0*	*3450*	*1,00*	*0,90*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*3105*	*910*	*0,293*	*0,462*	*21*	*1186*	*0,767*
B	*2*	*O*	*0,09*		*0,16*	*161*	*161*	*9,0*	*3450*	*1,00*	*0,91*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*3140*	*912*	*0,290*		*21*	*1199*	*0,761*

Waktu hilang total L	*10*	Waktu siklus pra penyesuaian	c	ua (det)	Rms.(29)	54,6	IFR=
LTI (det)		Waktu sikus disesuaikan	c	(det)	Rms.(31)	55	Σ FRcrit

0,634

Formulir SIG-V

SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-V: **PANJANG ANTRIAN**
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI
TUNDAAN

Tanggal: *24 Januari 1996*
Kota: *Bandung*
Simpang: *Martadinata - A. Yani*
Waktu siklus: *55*

Ditangani oleh: *DK*
Perihal: *2 - Fase*
Periode: *Jam puncak P - S*

Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N sv	Tundaan			
					N_1	N_2	Total NQ1+NQ2= NQ	NQ_{MAX}				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geo-metrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D = DT + DG	Tundaan total smp.det D x Q
					Rms.(34.1)	Rms.(35)	Rms.(37)	Gb.E-2:2	Rms.(38)	Rms.(39)	Rms.(40)	Rms.(42)	Rms.(43)	(13)+(14)	(2)x(15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	*1015*	*1299*	*0,781*	*0,44*	*1,3*	*13,2*	*14,5*	*22,0*	*49*	*0,842*	*855*	*16,7*	*3,5*	*20,2*	*20503*
S	*1097*	*1513*	*0,725*	*0,44*	*0,8*	*13,8*	*14,6*	*22,0*	*49*	*0,784*	*860*	*14,6*	*3,4*	*18,0*	*19746*
T	*910*	*1186*	*0,767*	*0,38*	*1,1*	*12,2*	*13,3*	*20,5*	*46*	*0,861*	*784*	*18,3*	*3,4*	*21,7*	*19747*
B	*912*	*1199*	*0,761*	*0,38*	*1,1*	*12,2*	*13,3*	*20,5*	*46*	*0,859*	*783*	*18,2*	*3,3*	*21,5*	*19608*
LTOR (semua)	*705*											*0,0*	*6,0*	*6,0*	*4230*
Arus kor. Qkor.											Total:	*3282*		Total:	*83834*
Arus total Qtot.	*4639*										Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp:	*0,71*		Tundaan simpang rata-rata (det/smp):	*18,07*

- Arus kor. = Arus yang dikoreksi

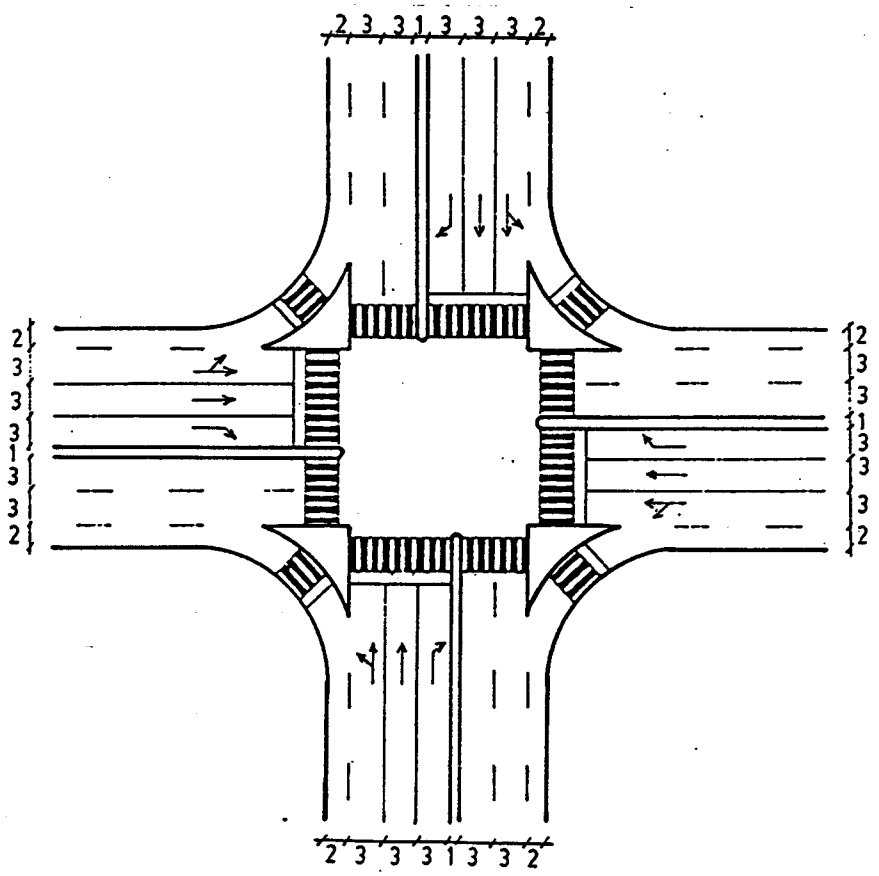
Contoh 2

Formulir SIG-I

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-I: **GEOMETRI** **PENGATURAN LALU LINTAS** **LINGKUNGAN**	Tanggal: *24 Januari 1996*	Ditangani oleh: *DK*
	Kota: *Bandung*	
	Simpang: *Martadinata - A. Yani*	
	Ukuran kota: *2,1 juta*	
	Perihal: *4 - Fase RT*	
	Periode: *Jam puncak pagi - sore*	

FASE SINYAL YANG ADA

g =	g =	g =	g =	Waktu siklus: c =
IG =	IG =	IG =	IG =	Waktu hilang total: LTI= Σ IG =



KONDISI LAPANGAN

Kode pendekat (1)	Tipe lingkungan jalan (2)	Hambatan samping Tinggi/Rendah (3)	Median Ya/Tidak (4)	Kelandaian +/- % (5)	Belok-kiri langsung Ya/Tidak (6)	Jarak ke kendaraan parkir (m) (7)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat W_A (8)	Masuk W_{MASUK} (9)	Belok kiri langsung W_{LTOR} (10)	Keluar W_{KELUAR} (11)
U	*RES*	*T*	*Y*		*Y*		*8,0*	*6,0*	*2,0*	*6,0*
U - RT	*RES*	*T*	*Y*		*T*		*3,0*	*3,0*		*6,0*
S	*RES*	*R*	*Y*		*Y*		*8,0*	*6,0*	*2,0*	*6,0*
S - RT	*RES*	*R*	*Y*		*T*		*3,0*	*3,0*		*6,0*
T	*COM*	*T*	*Y*		*Y*		*8,0*	*6,0*	*2,0*	*6,0*
T - RT	*COM*	*T*	*Y*		*T*		*3,0*	*3,0*		*6,0*
B	*COM*	*R*	*Y*		*Y*		*8,0*	*6,0*	*2,0*	*6,0*
B - RT	*COM*	*R*	*Y*		*T*		*3,0*	*3,0*		*6,0*

Contoh 2

Formulir SIG

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-II: **ARUS LALU LINTAS**	Tanggal: *24 Januari 1996* Kota: *Bandung* Simpang: *Martadinata - A. Yani*	Ditangani oleh: *DK* Perihal: *4 - Fase RT* Periode: *Jam puncak P - S*

		ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)														KEND.TAK BERMOTO	
		Kendaraan ringan (LV)			Kendaraan berat (HV)			Sepeda Motor (MC)			Kendaraan bermotor total MV			Rasio berbelok		Arus UM	Rasio UM/M
Kode Pen-dekat	Arah	emp terlindung = 1,0 emp terlawan = 1,0			emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3			emp terlindung = 0,2 emp terlawan = 0,4									
		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		p_{LT}	p_{RT}	kend/ jam	
			Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Rms.	Rms.		Rms.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	LT/LTOR	*230*	*230*	*230*	*9*	*12*	*12*	*92*	*18*	*37*	*331*	*260*	*279*	*0,25*		*4*	
	ST	*684*	*684*	*684*	*26*	*34*	*34*	*275*	*55*	*110*	*985*	*773*	*828*			*39*	
	RT																
	Total	*914*	*914*	*914*	*35*	*46*	*46*	*367*	*73*	*147*	*1316*	*1033*	*1107*			*43*	*0,03*
U-RT	LT/LTOR																
	ST																
	RT	*154*	*154*	*154*	*6*	*8*	*8*	*62*	*12*	*25*	*222*	*174*	*187*		*1,00*	*4*	
	Total	*154*	*154*	*154*	*6*	*8*	*8*	*62*	*12*	*25*	*222*	*174*	*187*			*4*	*0,01*
S	LT/LTOR	*147*	*147*	*147*	*8*	*10*	*10*	*61*	*12*	*24*	*216*	*169*	*181*	*0,18*		*8*	
	ST	*673*	*673*	*673*	*35*	*46*	*46*	*279*	*56*	*112*	*987*	*775*	*831*			*33*	
	RT																
	Total	*820*	*820*	*820*	*43*	*56*	*56*	*340*	*68*	*136*	*1203*	*944*	*1012*			*41*	*0,03*
S-RT	LT/LTOR																
	ST																
	RT	*216*	*216*	*216*	*11*	*14*	*14*	*89*	*18*	*36*	*316*	*248*	*266*		*1,00*	*5*	
	Total	*216*	*216*	*216*	*11*	*14*	*14*	*89*	*18*	*36*	*316*	*248*	*266*			*5*	*0,01*
T	LT/LTOR	*153*	*153*	*153*	*15*	*20*	*20*	*119*	*24*	*48*	*287*	*197*	*221*	*0,23*		*3*	
	ST	*521*	*521*	*521*	*51*	*66*	*66*	*404*	*81*	*162*	*976*	*668*	*749*			*43*	
	RT																
	Total	*674*	*674*	*674*	*66*	*86*	*86*	*523*	*105*	*210*	*1263*	*865*	*970*			*46*	*0,03*
T-RT	LT/LTOR																
	ST																
	RT	*112*	*112*	*112*	*11*	*14*	*14*	*87*	*17*	*35*	*210*	*143*	*161*		*1,00*	*2*	
	Total	*112*	*112*	*112*	*11*	*14*	*14*	*87*	*17*	*35*	*210*	*143*	*161*			*2*	*0,01*
B	LT/LTOR	*60*	*60*	*60*	*8*	*10*	*10*	*47*	*9*	*19*	*115*	*79*	*89*	*0,11*		*3*	
	ST	*509*	*509*	*509*	*64*	*83*	*83*	*398*	*80*	*159*	*971*	*672*	*751*			*39*	
	RT																
	Total	*569*	*569*	*569*	*72*	*93*	*93*	*445*	*89*	*178*	*1086*	*751*	*840*			*42*	*0,03*
B-RT	LT/LTOR																
	ST																
	RT	*109*	*109*	*109*	*14*	*18*	*18*	*85*	*17*	*34*	*208*	*144*	*161*		*1,00*	*9*	
	Total	*109*	*109*	*109*	*14*	*18*	*18*	*85*	*17*	*34*	*208*	*144*	*161*			*9*	*0,04*
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																

Contoh 2

Formulir SIG-III

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal:	*24 Januari 1996*	
Formulir SIG-III:	Ditangani oleh:	*DK*	
WAKTU ANTAR HIJAU	Kota:	*Bandung*	
WAKTU HILANG	Simpang:	*Martadinata - A. Yani*	
	Perihal:	*4 - Fase RT*	

LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG							Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan V_E m/det	Pendekat	U	S	T	B			
		Kecepatan V_A m/det	*10*	*10*	*10*	*10*			
U	*10*	Jarak berangkat-datang (m)*)			*16,5+5-6,5*				
		Waktu berangkat-datang (det)**			*1,6+0,5-0,6*				*1,5*
S	*10*	Jarak berangkat-datang (m)				*16,5+5-6,5*			
		Waktu berangkat-datang (det)				*1,6+0,5-0,6*			*1,5*
T	*10*	Jarak berangkat-datang (m)		*16,5+5-6,5*					
		Waktu berangkat-datang (det)		*1,6+0,5-0,6*					*1,5*
B	*10*	Jarak berangkat-datang (m)	*16,5+5-6,5*						
		Waktu berangkat-datang (det)	*1,6+0,5-0,6*						*1,5*
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							

Penentuan waktu merah semua	
Fase 1 --> Fase 2	*2,0*
Fase 2 --> Fase 3	*2,0*
Fase 3 --> Fase 4	*2,0*
Fase 4 --> Fase 1	*2,0*
Waktu kuning total (3 det/fase)	*12,0*
Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)	*20,0*

*) Dari gambar, lihat contoh Gambar B-2:1

**) Waktu untuk berangkat = $(L_{EV} + l_{EV})/V_{EV}$

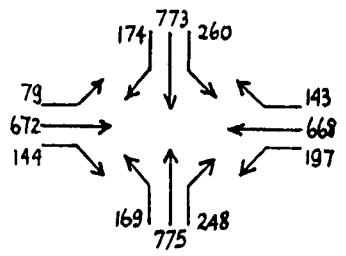
Waktu untuk datang = L_{AV}/V_{AV}

SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-IV: **PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS**

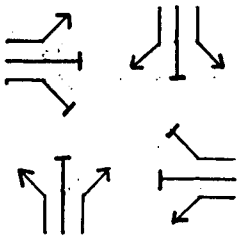
Tanggal: *24 Januari 1996*
Kota: *Bandung*
Simpang: *Martadinata - A. Yani*

Ditangani oleh: DK
Perihal: *4 - Fase RT*
Periode: *Jam puncak P - S*

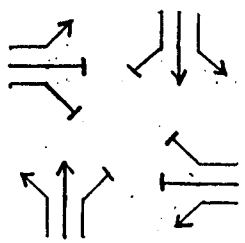
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)



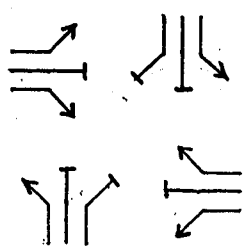
Fase 1



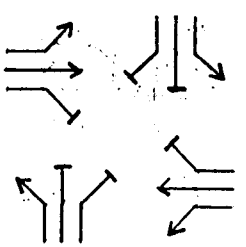
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pendekat	Ratio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Saturation flow smp/hg							Arus lalu lintas smp/jam	Rasio arus FR	Rasio fase PR = FRcrit / IFR	Waktu hijau det	Kapasitas smp/j S x g/c	Derajat kejenuhan
						Arah diri	Arah lawan		Nilai dasar smp/jam hijau	Faktor-faktor koreksi					Nilai disesuaikan smp/jam hijau						
										Semua tipe pendekat				Hanya tipe P							
			p_{LTOR}	p_{LT}	p_{RT}	Q_{RT}	Q_{RTO}	W_e	S_o Rms.(20) Gb.C-3:2 Gb.C-3:3	Ukuran kota F_{CS}	Hambatan samping F_{SF}	Kelandaian F_G	Parkir F_P	Belok kanan F_{RT}	Belok kiri F_{LT}	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C
			Rms.(18) Rms.(19)														Rms.(26)	Rms.(28)	Rms.(30)	Rms.(32)	Rms.(33)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	Tb.C-4:1 (11)	Tb.C-4:2 (12)	Gb.C-4:1 (13)	Rms.(21) (14)	Rms.(22) (15)	Rms.(23) (16)	Rms.(24) (17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
U	*2*	*P*	*0,25*					*6,0*	*3600*	*1,00*	*0,95*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*3420*	*773*	*0,226*	*0,343*	*28*	*930*	*0,831*
U-RT	*1*	*P*			*1,00*			*3,0*	*1800*	*1,00*	*0,95*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1710*	*174*	*0,102*		*18*	*299*	*0,582*
S	*2*	*P*	*0,18*					*6,0*	*3600*	*1,00*	*0,97*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*3492*	*775*	*0,222*		*28*	*949*	*0,817*
S-RT	*1*	*P*			*1,00*			*3,0*	*1800*	*1,00*	*0,97*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1746*	*248*	*0,142*	*0,215*	*18*	*305*	*0,813*
T	4	*P*	*0,23*					*6,0*	*3600*	*1,00*	*0,91*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	3276	668	0,204	0,310	26	827	0,808
T-RT	3	*P*			*1,00*			*3,0*	*1800*	*1,00*	*0,91*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	1638	143	0,087	0,132	11	175	0,817
B	4	*P*	*0,11*					*6,0*	*3600*	*1,00*	*0,93*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	3348	672	0,201		26	845	0,795
B-RT	3	*P*			*1,00*			*3,0*	*1800*	*1,00*	*0,93*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	1674	144	0,086		11	179	0,804

Waktu hilang total L	*20*	Waktu siklus pra penyesuaian	c $_{ua}$ (det)	Rms.(29)	102,6
LTI (det)		Waktu sikus disesuaikan	c (det)	Rms.(31)	103

IFR=	*0,659*
Σ FRcrit	

Formulir SIG-V

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal: *24 Januari 1996*	Ditangani oleh: *DK*
Formulir SIG-V:	**PANJANG ANTRIAN**	Kota: *Bandung*	Perihal: *4 - Fase RT*
	JUMLAH KENDARAAN TERHENTI	Simpang: *Martadinata - A. Yani*	Periode: *Jam puncak P - S*
	TUNDAAN	Waktu siklus: *103*	

Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang antrian (m)	Rasio kendaraan stop/smp	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam	Tundaan			
					N_1	N_2	Total NQ1+NQ2= NQ	NQ_{MAX}	QL	NS	N_{sv}	Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geo-metrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D = DT + DG	Tundaan total smp.det D x Q
					Rms.(34.1)	Rms.(35)	Rms.(37)	Gb.E-2:2	Rms.(38)	Rms.(39)	Rms.(40)	Rms.(42)	Rms.(43)	(13)+(14)	(2)x(15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	*773*	*930*	*0,831*	*0,272*	*1,9*	*20,8*	*22,7*	*33,0*	*110*	*0,924*	*714*	*42,4*	*3,5*	*45,9*	*35481*
U-RT	*174*	*299*	*0,582*	*0,175*	*0,2*	*4,6*	*4,8*	*9,5*	*63*	*0,868*	*151*	*41,4*	*4,4*	*45,8*	*7969*
S	*775*	*949*	*0,817*	*0,272*	*1,7*	*20,8*	*22,5*	*32,5*	*108*	*0,913*	*708*	*41,5*	*3,4*	*44,9*	*34798*
S-RT	*248*	*305*	*0,813*	*0,175*	*1,6*	*6,8*	*8,4*	*14,0*	*93*	*1,065*	*264*	*59,8*	*4,4*	*64,2*	*15922*
T	*668*	*827*	*0,808*	*0,252*	*1,6*	*18,0*	*19,6*	*29,5*	*98*	*0,923*	*617*	*43,1*	*3,4*	*46,5*	*31062*
T-RT	*143*	*175*	*0,817*	*0,107*	*1,6*	*4,0*	*5,6*	*10,0*	*67*	*1,232*	*176*	*77,9*	*4,4*	*82,3*	*11769*
B	*672*	*845*	*0,795*	*0,252*	*1,4*	*18,0*	*19,4*	*29,5*	*98*	*0,908*	*610*	*42,0*	*3,3*	*45,3*	*30442*
B-RT	*144*	*179*	*0,804*	*0,107*	*1,4*	*4,0*	*5,4*	*10,0*	*67*	*1,180*	*170*	*73,1*	*4,4*	*77,5*	*11160*
LTOR (semua)	*705*											*0,0*	*6,0*	*6,0*	*4230*
Arus kor. Qkor.											Total:	*3410*		Total:	*182833*
Arus total Qtot.	*4302*						Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp:					*0,79*		Tundaan simpang rata-rata (det/smp):	*42,50*

- Arus kor. = Arus yang dikoreksi

CONTOH 3

Kawasan permukiman baru akan dikembangkan pada bagian utara kota Medan (penduduk > 1 juta). Kawasan tersebut akan dihubungi oleh jalan baru Jl. Baru ke Jl. Sudirman. Tentukan tipe dan rencana simpang antara jalan-jalan tersebut dengan pertimbangan ruang yang tersedia terbatas oleh bangunan disisi jalan yang sukar dibebaskan.

Simpang: Jl.Sudirman - Jl.Baru, Medan

Tugas:

a) Tentukan tipe simpang dengan panduan dibagian 2.3 dan perkirakan perilaku lalu-lintasnya pada tahun 10 dengan anggapan pertumbuhan lalu-lintas tahunan 6,5 %.
b) Buatlah denah sementara simpang dan fase sinyalnya untuk simpang bersinyal yang didapatkan dari a diatas.
c) Hitung waktu sinyal, derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan dengan pengaturan dua-fase dari rencana b diatas.

Data masukan: Kondisi-kondisi geometrik, pengendalian lalu-lintas dan lingkungan, lihat Formulir SIG-I
Data arus lalu-lintas tahun 1 (lihat Formulir SIG-II).

Jl.Baru:	Pendekat Utara	7.500 kend/hari (LHRT)
	Pendekat Selatan	6.500 kend/hari (LHRT)
Jl.Sudirman:	Pendekat Timur	11.500 kend/hari (LHRT)
	Pendekat Barat	9.500 kend/hari (LHRT)

Waktu kuning dan waktu merah semua lihat Formulir SIG-III.

Penyelesaian soal a:

Arus lalu-lintas dalam LHRT diubah menjadi arus jam rencana (Q_{DH}) dengan faktor-k berdasarkan nilai normalnya dalam bagian 2.2.2:

$Q_{DH,N}$ = 7.500 × 0,085 = 639 kend/jam
$Q_{DH,S}$ = 6.500 × 0,085 = 553 kend/jam
$Q_{DH,E}$ = 11.500 × 0,085 = 978 kend/jam
$Q_{DH,W}$ = 9.500 × 0,085 = 639 kend/jam

Arus lalu-lintas jalan utama = 978 + 808 = 1.786 kend/jam
Arus lalu-lintas jalan minor = 638 + 553 = 1.191 kend/jam
Jumlah utama + minor = 2.977 kend/jam
Rasio belok LT/RT = 15/15 (dari bagian 2.2.2)
Pemisahan = 1.786/1.919 = 1,5

Berdasarkan saran pemilihan tipe simpang pada Bab 1 Gambar 5.2:2, tipe simpang paling ekonomis yang diperlukan untuk arus 2.977 kend/jam adalah bundaran. Karena ruangan terbatas, sebagai gantinya dipilih simpang bersinyal.

Tabel 2.3.3:1 digunakan untuk memilih tipe simpang berdasarkan pertimbangan ekonomis.

Untuk ukuran kota 1 - 3 juta, pemisahan 1,5 dan rasio belok kiri dan kanan 10/10; simpang tipe 422L diperlukan untuk arus tahun-1 3.000 kend/jam (422L = simpang 4 lengan dengan 2 lajur per pendekat + lajur belok kiri langsung). Agaknya tipe simpang yang sama juga sesuai untuk rasio gerakan 15/15, meskipun hal ini tidak tercakup dalam Tabel 2.3.3:1.

Arus lalu-lintas tahun 5: $(1,065)^5 \times 2.977 = 4.078$ kend/jam

Arus jalan utama tahun 5: $4.078 \times 1,5/(1 + 1,5) = 2.447$

Gambar 2.3.3:2 untuk arus jalan utama = 2.447 kend/jam, ukuran kota 1 - 3 j, pemisahan 1,5/1 dan rasio belok 10/10 memberikan tundaan sekitar 15 det/smp. Untuk rasio belok 25/25, grafik lainnya pada gambar yang sama menunjukkan tundaan sedikit dibawah 15 det/smp.

Penyelesaian soal b dan c: Hasil perhitungan terlihat dalam Formulir SIG-IV dan Formulir SIG-V

Catatan: Formulir SIG-II menunjukkan arus lalu-lintas dalam smp/jam untuk semua jurusan, dengan menggunakan nilai normal faktor LHRT dan komposisi lalu-lintas.

Formulir SIG-IV menunjukkan Rasio Arus Simpang (IFR) adalah 0,361.
Waktu siklus adalah 33 detik.
Derajat kejenuhan simpang adalah 0,569.

Formulir SIG-V menunjukkan panjang antrian maksimum adalah 30.
Tundaan simpang tersebut adalah 11 detik.

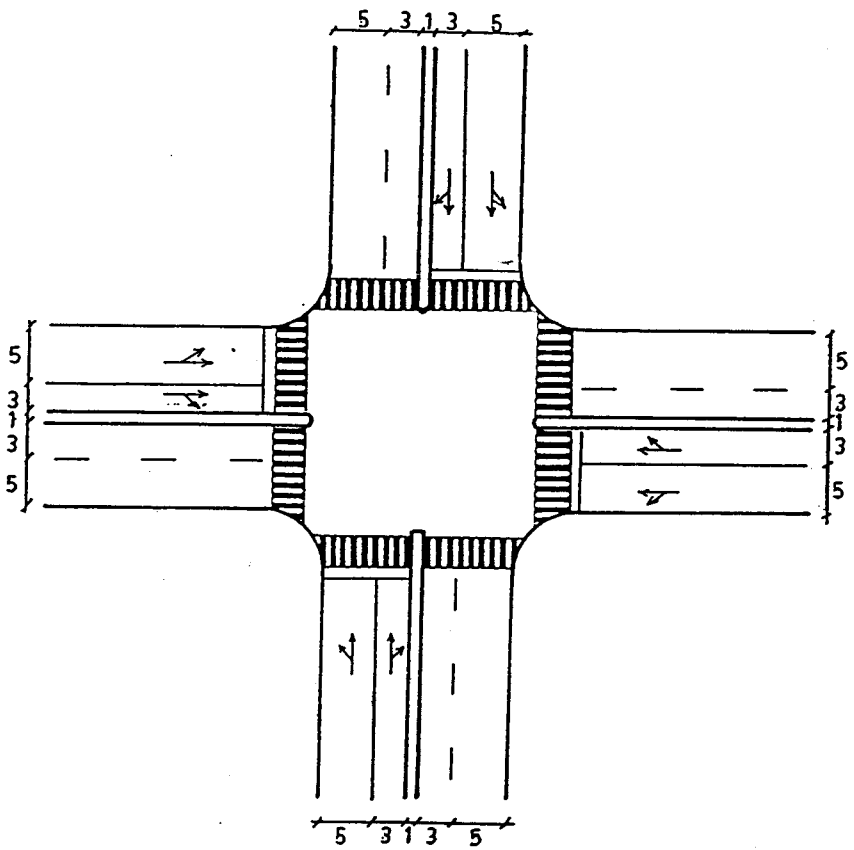
Contoh 3

Formulir SIG-I

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-I: **GEOMETRI** **PENGATURAN LALU LINTAS** **LINGKUNGAN**	Tanggal:	*24 Januari 1996*	Ditangani oleh:	*DK*
	Kota:	*Medan*		
	Simpang:	*Jl. Sudirman - Jl. Baru*		
	Ukuran kota:	*1,9 juta*		
	Perihal:	*2 - Fase*		
	Periode:	*Jam puncak pagi - sore*		

FASE SINYAL YANG ADA

g =	g =	g =	g =	Waktu siklus: c =
				Waktu hilang total: LTI= Σ IG =
IG =	IG =	IG =	IG =	



KONDISI LAPANGAN

Kode pendekat (1)	Tipe lingkungan jalan (2)	Hambatan samping Tinggi/Rendah (3)	Median Ya/Tidak (4)	Kelandaian +/- % (5)	Belok-kiri langsung Ya/Tidak (6)	Jarak ke kendaraan parkir (m) (7)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat W_A (8)	Masuk W_{MASUK} (9)	Belok kiri langsung W_{LTOR} (10)	Keluar W_{KELUAR} (11)
U	*RES*	*R*	*Y*		*Y*		*8,0*	*6,0*	*2,0*	*8,0*
S	*RES*	*R*	*Y*		*Y*		*8,0*	*6,0*	*2,0*	*8,0*
T	*RES*	*R*	*T*		*Y*		*8,0*	*6,0*	*2,0*	*8,0*
B	*RES*	*R*	*T*		*Y*		*8,0*	*6,0*	*2,0*	*8,0*

Contoh 3

Formulir SIG-II

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-II: **ARUS LALU LINTAS**	Tanggal: *24 Januari 1996* Kota: *Medan* Simpang: *Jl. Sudirman - Jl. Baru*	Ditangani oleh: *DK* Perihal: *2 - Fase* Periode: *Jam puncak pagi - sore*

		ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)														KEND. TAK BERMOTOR	
		Kendaraan ringan (LV)			Kendaraan berat (HV)			Sepeda Motor (MC)			Kendaraan bermotor total MV			Rasio berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
Kode Pen-dekat	Arah	emp terlindung = 1,0 emp terlawan = 1,0			emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3			emp terlindung = 0,2 emp terlawan = 0,4									
		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		p_{LT}	p_{RT}	kend/ jam	
			Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Rms.	Rms.		Rms.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	LT/LTOR	53	53	53	3	4	4	39	8	16	95	65	73	0,15			
	ST	248	248	248	16	21	21	183	37	73	447	306	342				
	RT	53	53	53	3	4	4	39	8	16	95	65	73		0,15		
	Total	354	354	354	22	29	29	261	53	105	637	436	488			32	0,05
S	LT/LTOR	46	46	46	3	4	4	34	7	14	83	57	64	0,15			
	ST	215	215	215	14	18	18	159	32	64	388	265	297				
	RT	46	46	46	3	4	4	34	7	14	83	57	64		0,15		
	Total	307	307	307	20	26	26	227	46	92	554	379	425			28	0,05
T	LT/LTOR	82	82	82	5	7	7	60	12	24	147	101	113	0,15			
	ST	380	380	380	24	31	31	281	56	112	685	467	523				
	RT	82	82	82	5	7	7	60	12	24	147	101	113		0,15		
	Total	544	544	544	34	45	45	401	80	160	979	669	749			49	0,05
B	LT/LTOR	67	67	67	4	5	5	50	10	20	121	82	92	0,15			
	ST	314	314	314	20	26	26	232	46	93	566	386	433				
	RT	67	67	67	4	5	5	50	10	20	121	82	92		0,15		
	Total	448	448	448	28	36	36	332	66	133	808	550	617			40	0,05
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																

Contoh 3

Formulir SIG-III

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal:	*24 Januari 1996*
Formulir SIG-III:	Ditangani oleh:	*DK*
WAKTU ANTAR HIJAU	Kota:	*Medan*
WAKTU HILANG	Simpang:	*Jl. Sudirman - Jl. Baru*
	Perihal:	*2 - Fase*

LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG							Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan V_E m/det	Pendekat	*U*	*S*	*T*	*B*			
		Kecepatan V_A m/det	*10*	*10*	*10*	*10*			
U	*10*	Jarak berangkat-datang (m)*)			*19,5+5-9,5*				
		Waktu berangkat-datang (det)**			*1,9+0,5-0,9*				*1,5*
S	*10*	Jarak berangkat-datang (m)				*19,5+5-9,5*			
		Waktu berangkat-datang (det)				*1,9+0,5-0,9*			*1,5*
T	*10*	Jarak berangkat-datang (m)		*19,5+5-9,5*					
		Waktu berangkat-datang (det)		*1,9+0,5-0,9*					*1,5*
B	*10*	Jarak berangkat-datang (m)	*19,5+5-9,5*						
		Waktu berangkat-datang (det)	*1,9+0,5-0,9*						
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							

Penentuan waktu merah semua	
Fase 1 --> Fase 2	*2,0*
Fase 2 --> Fase 1	*2,0*
Fase --> Fase	
Fase --> Fase	
Waktu kuning total (3 det/fase)	*6,0*
Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)	*10,0*

*) Dari gambar, lihat contoh Gambar B-2:1

**) Waktu untuk berangkat = $(L_{EV} + I_{EV})/V_{EV}$

Waktu untuk datang = L_{AV}/V_{AV}

Formulir SIG-IV

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-IV: **PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS**	Tanggal: *24 Januari 1996* Kota: *Medan* Simpang: *Jl. Sudirman - Jl. Baru*	Ditangani oleh: DK Perihal: *2 - Fase* Periode: *Jam puncak pagi - sore*

Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4

Kode pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau							Nilai disesuaikan smp/jam hijau	Arus lalu lintas smp/jam	Rasio arus FR	Rasio fase PR = FRcrit / IFR	Waktu hijau det	Kapasitas smp/jam S x g/c	Derajat kejenuhan
									Nilai dasar	Faktor-faktor penyesuaian												
										Semua tipe pendekat				Hanya tipe P								
						Arah diri	Arah lawan			Ukuran kota	Hambatan samping	Kelandaian	Parkir	Belok kanan	Belok kiri							
			p_{LTOR}	p_{LT}	p_{RT}	Q_{RT}	Q_{RTO}	W_e	S_o	F_{CS}	F_{SF}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C
								Rms.(18) Rms.(19)	Rms.(20) Gb.C-3:2 Gb.C-3:3	Tb.C-4:1	Tb.C-4:2	Gb.C-4:1	Rms.(21)	Rms.(22)	Rms.(23)	Rms.(24)	(18)	Rms.(26)	Rms.(28)	Rms.(30)	Rms.(32)	Rms.(33)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)		(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
U	*2*	*O*	*0,15*		*0,15*	*73*	*64*	*6,0*	*3200*	*1,00*	*0,93*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*2976*	*407*	*0,137*	*0,38*	*10*	*902*	*0,451*
S	*2*	*O*	*0,15*		*0,15*	*64*	*73*	*6,0*	*3150*	*1,00*	*0,93*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*2930*	*361*	*0,123*		*10*	*888*	*0,407*
T	*1*	*O*	*0,15*		*0,15*	*113*	*92*	*6,0*	*3050*	*1,00*	*0,93*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*2837*	*636*	*0,224*	*0,62*	*13*	*1118*	*0,569*
B	*1*	*O*	*0,15*		*0,15*	*92*	*113*	*6,0*	*3000*	*1,00*	*0,93*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*2790*	*525*	*0,188*		*13*	*1099*	*0,478*

Waktu hilang total L LTI (det)	*10*	Waktu siklus pra penyesuaian	c	$_{ua}$ (det)	Rms.(29)	31,3	IFR= Σ FRcrit	*0,361*
		Waktu sikus disesuaikan	c	(det)	Rms.(31)	33		

Contoh 3

SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-V: **PANJANG ANTRIAN**
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI
TUNDAAN

Tanggal: *24 Januari 1996*
Kota: *Medan*
Simpang: *Jl. Sudirman - Jl. Baru*
Waktu siklus: *33*

Ditangani oleh: *DK*
Perihal: *2 - Fase*
Periode: *Jam puncak pagi - sore*

Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang antrian (m)	Rasio kendaraan stop/smp	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam	Tundaan			
					N_1	N_2	Total NQ1+NQ2= NQ	NQ_{MAX}				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp	Tundaan geo-metrik rata-rata det/smp	Tundaan rata-rata det/smp D =	Tundaan total smp.det
									QL	NS	N_{sv}	DT	DG	DT + DG	D x Q
					Rms.(34.1)	Rms.(35)	Rms.(37)	Gb.E-2:2	Rms.(38)	Rms.(39)	Rms.(40)	Rms.(42)	Rms.(43)	(13)+(14)	(2)x(15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	*407*	*902*	*0,451*	*0,303*	*0*	*3,01*	*3,01*	*6,5*	*21,7*	*0,726*	*295*	*9,28*	*3,40*	*12,68*	*5161*
S	*361*	*888*	*0,407*	*0,303*	*0*	*2,63*	*2,63*	*6,0*	*20,0*	*0,715*	*258*	*9,14*	*3,37*	*12,51*	*4516*
T	*636*	*1188*	*0,569*	*0,394*	*0,16*	*4,55*	*4,71*	*9,0*	*30,0*	*0,727*	*462*	*8,30*	*3,40*	*11,70*	*7441*
B	*525*	*1099*	*0,478*	*0,394*	*0*	*3,59*	*3,59*	*7,5*	*25,0*	*0,671*	*352*	*7,47*	*3,28*	*10,75*	*5644*
LTOR (semua)	*305*											*0,0*	*6,0*	*6,0*	*1830*
Arus kor. Qkor.										Total:	*1367*			Total:	*24592*
Arus total Qtot.	*2234*									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp:	*0,612*			Tundaan simpang rata-rata (det/smp):	*11,00*

- Arus kor. = Arus yang dikoreksi

CONTOH 4

Sinyal lalu-lintas akan dipasang pada simpang tiga lengan di Ujung Pandang.

Simpang: Jl. BD - Jl. C, Ujung Pandang.

Tugas: Hitung waktu sinyal, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan dengan pengaturan tiga fase

Data masukan: Kondisi-kondisi geometrik, pengendalian lalu-lintas dan lingkungan, lihat Formulir SIG - I.
Data arus lalu-lintas lihat Formulir SIG-II.
Waktu kuning dan waktu merah semua lihat Formulir SIG-III.

Hasil: Hasil perhitungan ditunjukkan pada Formulir SIG-IV dan Formulir SIG-V.

Catatan: Formulir SIG-II menunjukkan arus lalu-lintas dalam smp/jam untuk semua jurusan. Gerakan lurus dari pendekat Barat adalah 75% pada hijau yang pertama dan 25% pada hijau yang kedua.

Formulir SIG-IV menunjukkan Rasio Arus Simpang (IFR) adalah 0,546
Waktu siklus adalah 57 detik
Derajat kejenuhan simpang adalah 0,728.

Formulir SIG-V menunjukkan panjang antrian maksimum adalah 47 m.
Tundaan simpang tersebut adalah 24,50 detik.

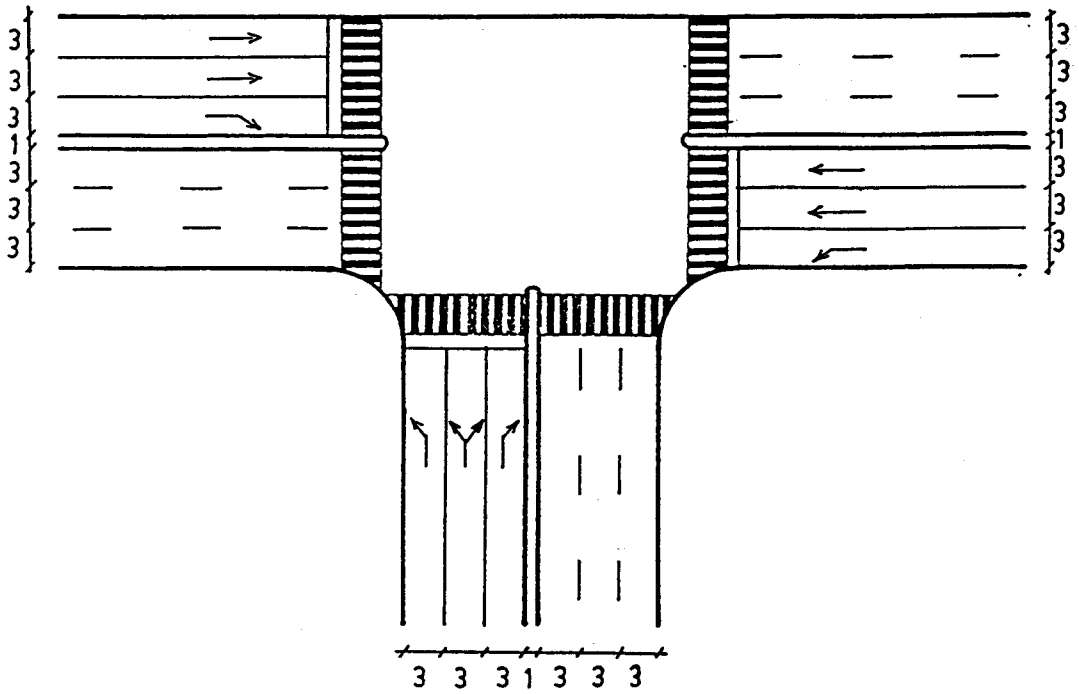
Contoh 4

Formulir SIG-I

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-I: **GEOMETRI** **PENGATURAN LALU LINTAS** **LINGKUNGAN**	Tanggal: *24 Januari 1996*	Ditangani oleh: *DK*
	Kota: *Ujung Pandang*	
	Simpang:	
	Ukuran kota: *0,95 juta*	
	Perihal: *3 - Fase*	
	Periode: *Jam puncak pagi - sore*	

FASE SINYAL YANG ADA

g =	g =	g =	g =	Waktu siklus: c =
IG =	IG =	IG =	IG =	Waktu hilang total: LTI= Σ IG =



KONDISI LAPANGAN

Kode pendekat (1)	Tipe lingkungan jalan (2)	Hambatan samping Tinggi/Rendah (3)	Median Ya/Tidak (4)	Kelandaian +/- % (5)	Belok-kiri langsung Ya/Tidak (6)	Jarak ke kendaraan parkir (m) (7)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat W_A (8)	Masuk W_{MASUK} (9)	Belok kiri langsung W_{LTOR} (10)	Keluar W_{KELUAR} (11)
S	*COM*	*T*	*Y*		*T*		*9,0*	*9,0*		*9,0*
T	*COM*	*T*	*Y*		*T*		*9,0*	*9,0*		*9,0*
B - ST1	*COM*	*T*	*Y*		*T*		*6,0*	*6,0*		*9,0*
B - ST2	*COM*	*T*	*Y*		*T*		*6,0*	*6,0*		*9,0*
B - RT	*COM*	*T*	*Y*		*T*		*3,0*	*3,0*		*9,0*

Contoh 4

Formulir SIG-II

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal: *24 Januari 1996*	Ditangani oleh: *DK*
Formulir SIG-II:	Kota: *Ujung Pandang*	
ARUS LALU LINTAS	Simpang:	Perihal: *3 - Fase*
		Periode: *Jam puncak pagi - sore*

Kode Pen-dekat	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)														KEND TAK BERMOTOR	
		Kendaraan ringan (LV) emp terlindung = 1,0 emp terlawan = 1,0			Kendaraan berat (HV) emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3			Sepeda Motor (MC) emp terlindung = 0,2 emp terlawan = 0,4			Kendaraan bermotor total MV			Rasio berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		kend/ jam	smp/jam Terlindung	smp/jam Terlawan	kend/ jam	smp/jam Terlindung	smp/jam Terlawan	kend/ jam	smp/jam Terlindung	smp/jam Terlawan	kend/ jam	smp/jam Terlindung	smp/jam Terlawan	p_{LT} Rms. (13)	p_{RT} Rms. (14)	kend/ jam	Rms. (15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
S	LT/LTOR	*300*	*300*	*300*	*23*	*30*	*30*	*427*	*85*	*171*	*750*	*415*	*501*	*0,50*		*105*	
	ST																
	RT	*300*	*300*	*300*	*23*	*30*	*30*	*427*	*85*	*171*	*750*	*415*	*501*		*0,50*	*105*	
	Total	*600*	*600*	*600*	*46*	*60*	*60*	*854*	*170*	*342*	*1500*	*830*	*1002*			*210*	*0,14*
T	LT/LTOR	*165*	*165*	*165*	*12*	*16*	*16*	*235*	*47*	*94*	*412*	*228*	*275*	*0,25*		*58*	
	ST	*495*	*495*	*495*	*37*	*48*	*48*	*706*	*141*	*282*	*1238*	*684*	*825*			*173*	
	RT																
	Total	*660*	*660*	*660*	*49*	*64*	*64*	*941*	*188*	*376*	*1650*	*912*	*1100*			*231*	*0,14*
B-ST1	LT/LTOR																
	ST	*304*	*304*	*304*	*23*	*30*	*30*	*433*	*87*	*173*	*760*	*421*	*507*			*106*	
	RT																
	Total	*304*	*304*	*304*	*23*	*30*	*30*	*433*	*87*	*173*	*760*	*421*	*507*			*106*	*0,14*
B-ST2	LT/LTOR																
	ST	*101*	*101*	*101*	*8*	*10*	*10*	*144*	*29*	*58*	*253*	*140*	*169*			*35*	
	RT																
	Total	*101*	*101*	*101*	*8*	*10*	*10*	*144*	*29*	*58*	*253*	*140*	*169*			*35*	*0,14*
B-RT	LT/LTOR																
	ST																
	RT	*135*	*135*	*135*	*10*	*13*	*13*	*193*	*39*	*77*	*338*	*187*	*225*		*1,00*	*47*	
	Total	*135*	*135*	*135*	*10*	*13*	*13*	*193*	*39*	*77*	*338*	*187*	*225*			*47*	*0,14*
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																

Contoh 4

Formulir SIG-II

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-III: **WAKTU ANTAR HIJAU** **WAKTU HILANG**	Tanggal: *24 Januari 1996* Ditangani oleh: *DK* Kota: *Ujung Pandang* Simpang: Perihal: *3 - Fase*

LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG							Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan V_E m/det	Pendekat	*S*	*T*	*B*				
		Kecepatan V_A m/det	*10*	*10*	*10*				
S	*10*	Jarak berangkat-datang (m)*)			*23+5-10*				
		Waktu berangkat-datang (det)**			*2,3+0,5-1*				*1,8*
T	*10*	Jarak berangkat-datang (m)	*20+5-10*						
		Waktu berangkat-datang (det)	*2+0,5-1*						*1,5*
B	*10*	Jarak berangkat-datang (m)	*10+5-23*						
		Waktu berangkat-datang (det)	*1+0,5-2,3*						*-0,8*
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							

Penentuan waktu merah semua	
Fase 1 --> Fase 2	*2,0*
Fase 2 --> Fase 3	*2,0*
Fase 3 --> Fase 1	*0,0*
Fase --> Fase	
Waktu kuning total (3 det/fase)	*9,0*
Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)	*13,0*

*) Dari gambar, lihat contoh Gambar B-2:1

**) Waktu untuk berangkat = $(L_{EV} + I_{EV})/V_{EV}$

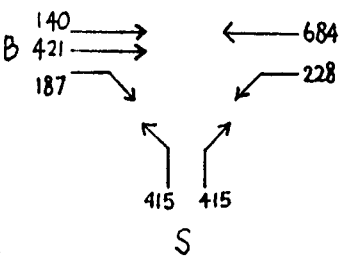
Waktu untuk datang = L_{AV}/V_{AV}

SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-IV: **PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS**

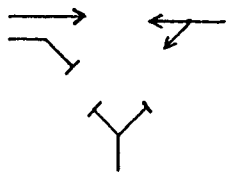
Tanggal: *24 Januari 1996*
Kota: *Ujung Pandang*
Simpang:

Ditangani oleh: DK
Perihal: *3 - Fase*
Periode: *Jam puncak pagi - sore*

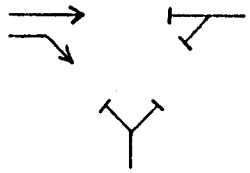
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)



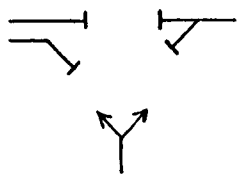
Fase 1



Fase 2



Fase 3



Fase 4

Kode pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau							Arus lalu lintas smp/jam	Rasio arus FR	Rasio fase PR = FRcrit /	Waktu hijau det	Kapasitas smp/jam S x g/c	Derajat kejenuhan
						Arah diri	Arah lawan		Nilai dasar	Faktor-faktor penyesuaian					Nilai disesuaikan						
										Semua tipe pendekat				Hanya tipe P							
			p_{LTOR}	p_{LT}	p_{RT}	Q_{RT}	Q_{RTO}	W_e	smp/jam hijau S_o	Ukuran kota F_{CS}	Hambatan samping F_{SF}	Kelandaian F_G	Parkir F_P	Belok kanan F_{RT}	Belok kiri F_{LT}	smp/jam hijau S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C
								Rms.(18) Rms.(19)	Rms.(20) Gb.C-3:2 Gb.C-3:3	Tb.C-4:1	Tb.C-4:2	Gb.C-4:1	Rms.(21)	Rms.(22)	Rms.(23)	Rms.(24)		Rms.(26)	Rms.(28)	Rms.(30)	Rms.(32)	Rms.(33)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
S	*3*	*P*		*0,50*	*0,50*			*9,0*	*5400*	*0,94*	*0,87*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*0,92*	*4063*	*830*	*0,204*	*0,374*	*15*	*1129*	*0,735*
T	*1*	*P*		*0,25*				*9,0*	*5400*	*0,94*	*0,87*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*0,96*	*4239*	*912*	*0,215*	*0,394*	*16*	*1256*	*0,726*
B-ST1	*1*	*P*						*6,0*	*3600*	*0,94*	*0,87*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*2944*	*421*	*0,143*		*16*	*872*	*0,483*
B-ST2	*2*	*P*						*6,0*	*3600*	*0,94*	*0,87*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*2944*	*140*	*0,048*		*10*	*545*	*0,257*
B-RT	*2*	*P*			*1,00*			*3,0*	*1800*	*0,94*	*0,87*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1472*	*187*	*0,127*	*0,232*	*10*	*273*	*0,685*

Waktu hilang total LTI (det)	*13*	Waktu siklus pra penyesuaian	c_{ua}	(det)	Rms.(29)	53,96	
		Waktu sikus disesuaikan	c	(det)	Rms.(31)	54	

IFR= Σ FRcrit *0,546*

SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-V: **PANJANG ANTRIAN**
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI
TUNDAAN

Tanggal: *24 Januari 1996*
Kota: *Ujung Pandang*
Simpang:
Waktu siklus: *54*

Ditangani oleh: *DK*
Perihal: *3 - Fase*
Periode: *Jam puncak pagi - sore*

Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang antrian (m)	Rasio kendaraan stop/smp	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam	Tundaan			
					N_1	N_2	Total NQ1+NQ2= NQ	NQ_{MAX}				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp	Tundaan geo-metrik rata-rata det/smp	Tundaan rata-rata det/smp D =	Tundaan total smp.det
									QL	NS	N_{SV}	DT	DG	DT + DG	D x Q
					Rms.(34.1)	Rms.(35)	Rms.(37)	Gb.E-2:2	Rms.(38)	Rms.(39)	Rms.(40)	Rms.(42)	Rms.(43)	(13)+(14)	(2)x(15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
S	*830*	*1129*	*0,735*	*0,278*	*0,9*	*11,3*	*12,2*	*19*	*42*	*0,882*	*732*	*20,6*	*4,3*	*24,9*	*20667*
T	*912*	*1256*	*0,726*	*0,296*	*0,8*	*12,3*	*13,1*	*20*	*44*	*0,862*	*786*	*19,3*	*3,7*	*23,0*	*20976*
B - ST1	*421*	*872*	*0,483*	*0,296*	*0,0*	*5,2*	*5,2*	*10*	*33*	*0,741*	*312*	*15,6*	*3,4*	*19,0*	*7999*
B - ST2	*140*	*545*	*0,257*	*0,185*	*0,0*	*1,8*	*1,8*	*5*	*17*	*0,771*	*108*	*18,8*	*3,4*	*22,2*	*3108*
B - RT	*187*	*273*	*0,685*	*0,185*	*0,6*	*3,2*	*3,2*	*7*	*47*	*1,027*	*192*	*28,4*	*4,3*	*32,7*	*6115*
LTOR (semua)															
Arus kor. Qkor.										Total:	*2130*			Total:	*58865*
Arus total Qtot.	*2490*									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp:	*0,86*			Tundaan simpang rata-rata (det/smp):	*23,64*

- Arus kor. = Arus yang dikoreksi

5 KEPUSTAKAAN

S1.	TRB	Highway Capacity Manual. Transportation Research Board Special Report 209; Washington D.C. USA 1985.
S2.	Bang, Karl-L.	Swedish Capacity Manual Part 3: Capacity of Signalized Intersections. Transportation Research Record 667; Washington D.C. USA 1978.
S3.	Webster, F.V. Cobbe, B.M.	Traffic signals. Roads Research Laboratory, Technical Paper No. 56. Crowthorne, Berkshire U.K. 1966.
S4.	Akcelik, R.	Traffic signals; Capacity and Timing Analysis. Australian Road Research Board. Report No. 123; Vermont South, Victoria, Australia 1989.
S5.	May, A.D. Gedizlioglu, E. Tai, L.	Comparative Analysis of Signalized Intersection Capacity Methods. Transportation Research Record 905; Washington D.C. USA 1983.
S6.	Rois, H.	Effect of Motorcycles in Signalised Intersections. Thesis ITB S2 STJR, Bandung Indonesia 1992.
S7.	Bina Marga	Produk Standar untuk Jalan Perkotaan. Departemen Pekerjaan Umum: Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta Pebruari 1987.
S8.	Directorate General of Highways	Standard Specification for Geometric Design of Urban Road. Ministry of Public Works, 1992
S9.	Hoff & Overgaard PT Multi Phi Beta	Road Use Cost Model. Directorate of Highways, 1992
S10.	Bang, K-L. Bergh, T. Marler, N.W.	Indonesian Highway Capacity Manual Project, Final Technical Report Phase 1: Urban Traffic Facilities. Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia January 1993.
S11.	Bang, K-L, Lindberg, G. Schandersson, R.	Indonesian Highway Capacity Manual Project. Final Technical Report Phase 3 Part A: Development of Capacity Analysis Software and Traffic Engineering Guidelines. Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia April 1996.

S12. Bang, K-L, Palgunadi — Capacity and Driver Behaviour in Indonesian Signalised Intersections. Proceedings of the Second International Symposium on Highway Capacity, Sydney, Australia 1994. Australian Road Research Board in cooperation with Transportation Research Board U.S.A. Committee A3A10.

S13. Bang, K-L. Harahap, G. Lindberg, G. — Development of Life Cycle Cost Based Guidelines Replacing the Level of Service Concept in Capacity Analysis. Paper submitted for presentation at the annual meeting of Transportation Research Board, Washington D.C. January 1997.

Lampiran 2:1

Formulir SIG - I

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-I: - GEOMETRI - PENGATURAN LALU LINTAS - LINGKUNGAN	Tanggal:	Ditangani oleh:
	Kota:	
	Simpang:	
	Ukuran kota:	
	Soal:	
	Periode:	

FASE SINYAL YANG ADA

g =	g =	g =	g =	Waktu siklus: c = Waktu hilang total: LTI= Σ IG =
IG =	IG =	IG =	IG =	

KONDISI LAPANGAN

Kode pendekat (1)	Tipe lingkungan jalan (2)	Hambatan samping Tinggi/Rendah (3)	Median Ya/Tidak (4)	Kelandaian +/- % (5)	Belok-kiri langsung Ya/Tidak (6)	Jarak ke kendaraan parkir (m) (7)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat W_A (8)	Masuk W_{MASUK} (9)	Belok kiri langsung W_{LTOR} (10)	Keluar W_{KELUAR} (11)

Lampiran 2:1

Formulir SIG-II

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-II: **- ARUS LALU LINTAS**	Tanggal: Kota: Simpang:	Ditangani oleh: Soal: Periode:

Kode Pen-dekat	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)														KEND.TAK BERMOTOR	
		Kendaraan ringan (LV) emp terlindung = 1,0 emp terlawan = 1,0			Kendaraan berat (HV) emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3			Sepeda Motor (MC) emp terlindung = 0,2 emp terlawan = 0,4			Kendaraan bermotor total MV			Rasio berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		p_{LT}	p_{RT}	kend/ jam	
			Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Eq.(13)	Eq.(14)		Eq.(15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																

Lampiran 2:1

Formulir SIG-III

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-III: - WAKTU ANTAR HIJAU - WAKTU HILANG	Tanggal:	
	Ditangani oleh:	
	Kota:	
	Simpang:	
	Soal:	

LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG							Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan V_E m/det	Pendekat							
		Kecepatan V_A m/det							
		Jarak berangkat-datang (m)*)							
		Waktu berangkat-datang (det)**)							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							
		Jarak berangkat-datang (m)							
		Waktu berangkat-datang (det)							
		Penentuan waktu merah semua							
		Fase --> Fase							
		Fase --> Fase							
		Fase --> Fase							
		Fase --> Fase							
		Waktu kuning total (3 det/fase)							
		Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)							

*) Dari gambar, lihat contoh gambar B-2:1

**) Waktu untuk berangkat = $(L_{EV} + I_{EV}) / V_{EV}$

Waktu untuk datang = L_{AV} / V_{AV}

Formulir SIG-IV

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-IV: **PENENTUAN WAKTU SINYAL KAPASITAS**	Tanggal:	Ditangani oleh:
	Kota:	Soal:
	Simpang:	Periode:

Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4

Kode pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau								Arus lalu lintas smp/jam	Rasio arus FR	Rasio fase PR = FRcrit / IFR	Waktu hijau det	Kapasitas smp/jam S x g/c =	Derajat kejenuhan
						Arah diri	Arah lawan		Nilai dasar smp/jam hijau	Faktor-faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau						
										Semua tipe pendekat				Hanya tipe P								
			p_{LTOR}	p_{LT}	p_{RT}	Q_{RT}	Q_{RTO}	W_e	S_o Eq.(20) Gb.C-3:2 Eq.(18) Gb.C-3:3 Eq.(19)	Ukuran kota F_{CS} Tb.C-4:1	Hambatan samping F_{SF} Tb.C-4:2	Kelandaian F_G Gb.C-4:1	Parkir F_P Eq.(21)	Belok kanan F_{RT} Eq.(22)	Belok kiri F_{LT} Eq.(23)	S Eq.(24)	Q	Q/S Eq.(26)	IFR Eq.(28)	g Eq.(30)	C Eq.(32)	Q/C Eq.(33)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)

Waktu hilang total LTI (det)		Waktu siklus pra penyesuaian c_{ua} (det) Eq.(29)		IFR= Σ FRcrit	
		Waktu sikus disesuaikan c (det) Eq.(31)			

Formulir SIG-V

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal:	Ditangani oleh:
Formulir SIG-V: **PANJANG ANTRIAN**	Kota:	Soal:
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI	Simpang:	Periode:
TUNDAAN	Waktu siklus:	

Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N sv	Tundaan			
					NQ_1	NQ_2	Total NQ1+NQ2= NQ	NQ_{MAX}				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geo-metrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D = DT + DG	Tundaan total smp.det D x Q
					Eq.(34.1)	Eq.(35)	Eq.(37)	Gb.E-2:2	Eq.(38)	Eq.(39)	Eq.(40)	Eq.(42)	Eq.(43)	(13)+(14)	(2)x(15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
LTOR (semua)															
Arus kor. Qkor.											Total:			Total:	
Arus total Qtot.											Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp:			Tundaan simpang rata-rata (det/smp):	

- Arus kor. = Arus yang dikoreksi

x:\3860\CHAP3\CH3-EN.WPD/24 October 1996

BAB 3

SIMPANG TAK BERSINYAL

DAFTAR ISI

1. **PENDAHULUAN** ..... 3 - 3

1.1 LINGKUP DAN TUJUAN ..... 3 - 3
1.2 DEFINISI DAN ISTILAH ..... 3 - 4

2. **METODOLOGI** ..... 3 - 10

2.1 PRINSIP UMUM ..... 3 - 10
2.2 BERBAGAI PENERAPAN ..... 3 - 12
2.3 PANDUAN REKAYASA LALU-LINTAS ..... 3 - 13
2.4 RINGKASAN PROSEDUR PERHITUNGAN ..... 3 - 22

3. **PROSEDUR PERHITUNGAN** ..... 3 - 24

LANGKAH A: DATA MASUKAN ..... 3 - 24
A-1: Kondisi geometrik ..... 3 - 24
A-2: Kondisi lalu-lintas ..... 3 - 25
A-3: Kondisi lingkungan ..... 3 - 29
LANGKAH B: KAPASITAS ..... 3 - 30
B-1: Lebar pendekat dan tipe simpang ..... 3 - 31
B-2: Nilai kapasitas dasar ..... 3 - 33
B-3: Faktor penyesuaian lebar pendekat ..... 3 - 33
B-4: Faktor penyesuaian median jalan utama ..... 3 - 34
B-5: Faktor penyesuaian ukuran kota ..... 3 - 34
B-6: Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor ..... 3 - 35
B-7: Faktor penyesuaian belok-kiri ..... 3 - 36
B-8: Faktor penyesuaian belok-kanan ..... 3 - 37
B-9: Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor ..... 3 - 38
B-10: Kapasitas ..... 3 - 49
LANGKAH C: PERILAKU LALU-LINTAS ..... 3 - 40
C-1: Derajat kejenuhan ..... 3 - 40
C-2 Tundaan ..... 3 - 40
C-3 Peluang antrian ..... 3 - 43
C-4 Penilaian perilaku lalu-lintas ..... 3 - 44

4. CONTOH PERHITUNGAN ..... 3 - 45

4.1 CONTOH-1 SIMPANG TAK BERSINYAL 4-LENGAN ..... 3 - 45
4.2 CONTOH-2 SIMPANG TAK BERSINYAL 4-LENGAN ..... 3 - 49
4.3 CONTOH-3 SIMPANG TAK BERSINYAL 3-LENGAN ..... 3 - 52
4.4 CONTOH-4 PERANCANGAN TIPE SIMPANG ..... 3 - 56

5. KEPUSTAKAAN ..... 3 - 56

Lampiran 3:1 Formulir Perhitungan ..... 3 - 57

1. PENDAHULUAN

1.1 LINGKUP DAN TUJUAN

Bab ini berhubungan dengan simpang tak bersinyal berlengan 3 dan 4 (definisi lihat Bagian 1.2), yang secara formil dikendalikan oleh aturan dasar lalu-lintas Indonesia yaitu memberi jalan pada kendaraan dari kiri.

Ukuran-ukuran kinerja berikut dapat diperkirakan untuk kondisi tertentu sehubungan dengan geometri, lingkungan dan lalu-lintas dengan metoda yang diuraikan dalam bab ini :

- Kapasitas
- Derajat kejenuhan
- Tundaan
- Peluang antrian

Ukuran-ukuran ini didefinisikan pada Bab 1 Bagian 4 "Definisi umum dan istilah".

Karena metoda yang diuraikan dalam manual ini berdasarkan empiris, hasilnya sebaiknya selalu diperiksa dengan penilaian teknik lalu-lintas yang baik. Hal ini sangat penting khususnya apabila metoda digunakan di luar batas nilai variasi dari variabel dalam data empiris. Batas nilai ini ditunjukkan pada Tabel 1.1:1. Penggunaan data tersebut akan menyebabkan kesalahan perkiraan kapasitas yang biasanya kurang dari ± 20%.

Variabel	4-lengan			3-lengan		
	Min.	Rata-2	Maks.	Min.	Rata-2	Maks.
Lebar masuk	3,5	5,4	9,1	3,5	4,9	7,0
Rasio belok-kiri	0,10	0,17	0,29	0,06	0,26	0,50
Rasio belok-kanan	0,00	0,13	0,26	0,09	0,29	0,51
Rasio arus jalan simpang	0,27	0,38	0,50	0,15	0,29	0,41
%-kend ringan	29	56	75	34	56	78
%-kend berat	1	3	7	1	5	10
%-sepeda motor	19	33	67	15	32	54
Rasio kend tak bermotor	0,01	0,08	0,22	0,01	0,07	0,25

Tabel 1.1:1 Batas nilai variasi dalam data empiris untuk variabel-variabel masukan (berdasarkan perhitungan dalam kendaraan).

Metoda ini menganggap bahwa simpang jalan berpotongan tegak lurus dan terletak pada alinyemen datar dan berlaku untuk derajat kejenuhan kurang dari 0,8 - 0,9. Pada kebutuhan lalu-lintas yang lebih tinggi perilaku lalu-lintas menjadi lebih agresif dan ada risiko tinggi bahwa simpang tersebut akan terhalang oleh para pengemudi yang berebut ruang terbatas pada daerah konflik.

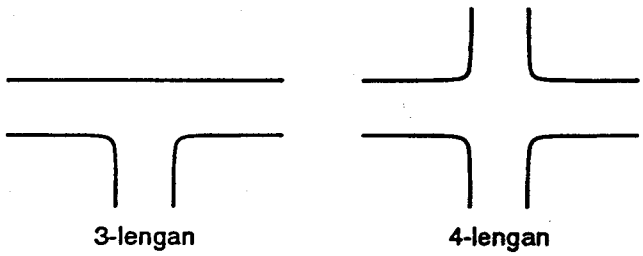
Metoda ini diturunkan dari lokasi-lokasi, yang mempunyai perilaku lalu-lintas Indonesia yang diamati pada simpang tak bersinyal. Apabila perilaku ini berubah, misalnya karena pemasangan dan pelaksanaan rambu lalu-lintas BERHENTI atau BERI JALAN pada simpang tak bersinyal, atau melalui penegakan aturan hak jalan lebih dulu dari kiri (undang-undang lalu-lintas yang ada), maka metoda ini akan menjadi kurang sesuai.

1.2 DEFINISI DAN ISTILAH

Notasi, istilah dan definisi khusus untuk simpang tak bersinyal dicantumkan di bawah ini. Definisi umum, seperti untuk ukuran kinerja, diberikan pada Bab 1, Bagian 4.

Kondisi Geometrik

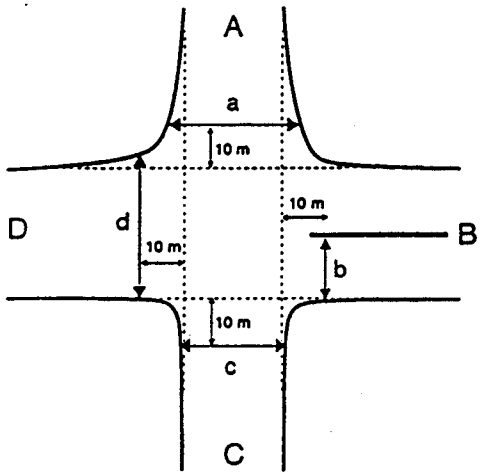
Notasi	Istilah	Definisi
	LENGAN	Bagian persimpangan jalan dengan pendekat masuk atau keluar.
	SIMPANG-3 DAN SIMPANG-4	Persimpangan jalan dengan 3 dan 4 lengan, lihat Gambar 1.2:1.



Gambar 1.2:1 Simpang-tiga dan simpang-empat

	JALAN UTAMA/JALAN MINOR	Jalan Utama adalah jalan yang paling penting pada persimpangan jalan, misalnya dalam hal klasifikasi jalan. Pada suatu simpang-3 jalan yang menerus selalu ditentukan sebagai jalan utama.
A,B,C,D	PENDEKAT	Tempat masuknya kendaraan dalam suatu lengan persimpangan jalan. Pendekat jalan utama disebut B dan D, jalan minor A dan C dalam arah jarum jam.
	TIPE MEDIAN JALAN UTAMA	Klasifikasi tipe median jalan utama, tergantung pada kemungkinan menggunakan median tersebut untuk menyeberangi jalan utama dalam dua tahap.
W_x	LEBAR PENDEKAT X (m)	Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, diukur di bagian tersempit, yang digunakan oleh lalu-lintas yang bergerak. X adalah nama pendekat. Apabila pendekat tersebut sering digunakan untuk parkir, lebar yang ada harus dikurangi 2 m.

W_I	LEBAR RATA-RATA SEMUA PENDEKAT X (m)	Lebar efektif rata-rata untuk <u>semua pendekat</u> pada persimpangan jalan.
W_{AC} (W_{BD})	LEBAR RATA-RATA PENDEKAT MINOR (UTAMA) (m)	Lebar rata-rata pendekat pada jalan minor (A - C) atau jalan utama (B - D).
IT	TIPE SIMPANG	Kode untuk jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan minor dan jalan utama simpang tersebut.
	JUMLAH LAJUR	Jumlah lajur, ditentukan dari lebar rata-rata pendekat minor/utama.



Lebar rata-rata pendekat minor/utama W_{AC}/W_{BD} (m)	Jumlah lajur (total untuk kedua arah)
$W_{BD} = (b+d/2)/2 < 5,5$	2
$\geq 5,5$	4
(median pada lengan B)	
$W_{AC} = (a/2+c/2)/2 < 5,5$	2
$\geq 5,5$	4

Gambar 1.2:2 Penentuan jumlah lajur

Kondisi lingkungan Lihat definisi pada Bab 1, Bagian 4.

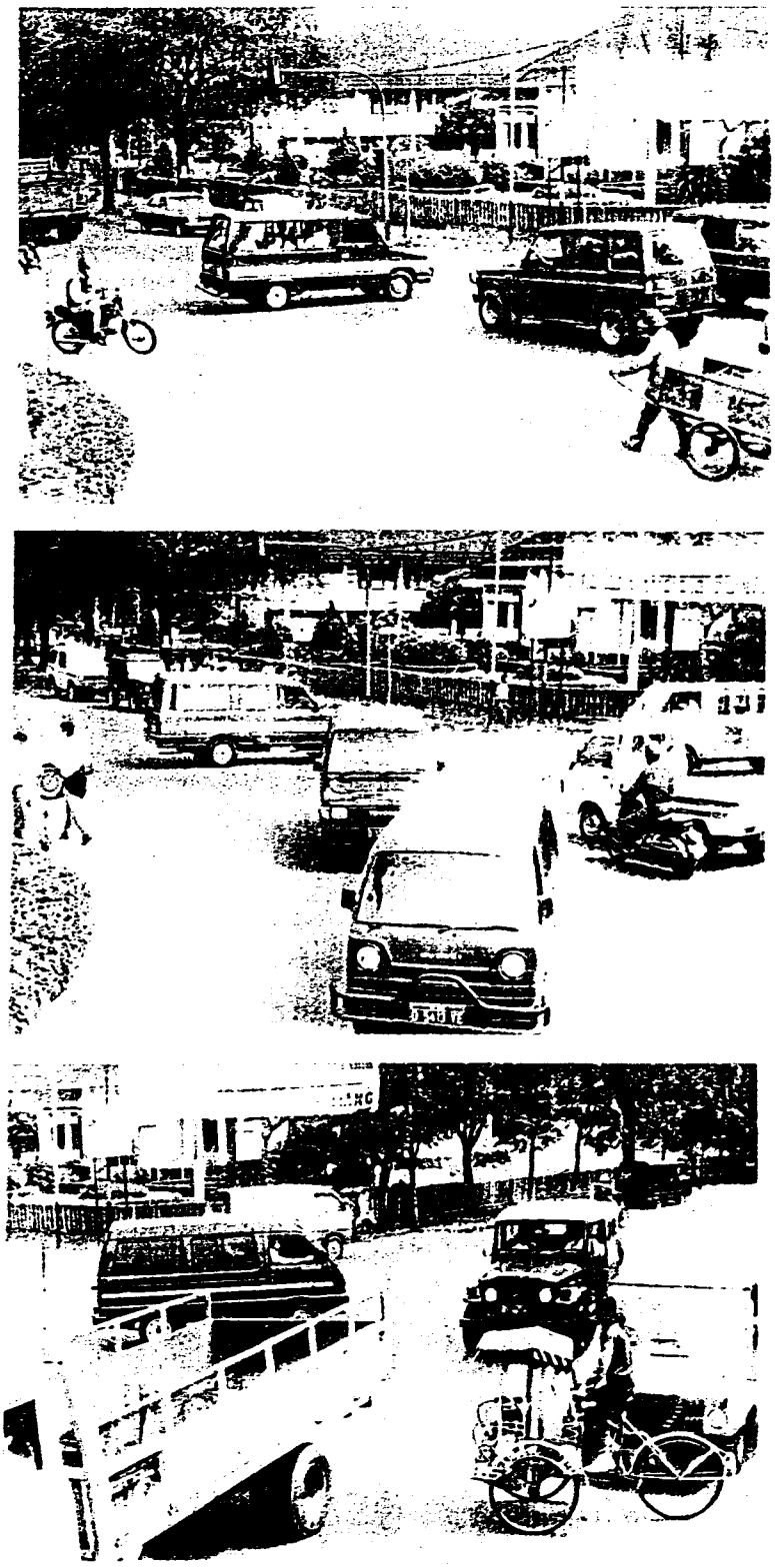
Kondisi lalu-lintas

LT	BELOK KIRI	Indeks untuk lalu-lintas belok kiri.
ST	LURUS	Indeks untuk lalu-lintas lurus.
RT	BELOK KANAN	Indeks untuk lalu-lintas belok kanan.
T	BELOK	Indeks untuk lalu-lintas belok.
p_{LT}	RASIO BELOK KIRI	Rasio kendaraan belok kiri $p_{LT} = Q_{LT}/Q_{TOT}$

P_{RT}	RASIO BELOK KANAN	Rasio kendaraan belok kanan $P_{RT} = Q_{RT}/Q_{TOT}$
Q_{TOT}	ARUS TOTAL	Arus kendaraan bermotor total pada persimpangan dinyatakan dalam kend/j, smp/j atau LHRT.
Q_{DH}	ARUS JAM RENCANA	Arus lalu-lintas jam puncak untuk perencanaan.
Q_{UM}	ARUS KENDARAAN TAK BERMOTOR	Arus kendaraan tak bermotor pada persimpangan
P_{UM}	RASIO KENDARAAN TAK BERMOTOR	Rasio antara kendaraan tak bermotor dan kendaraan bermotor pada persimpangan.
Q_{MA}	ARUS TOTAL JALAN UTAMA	Jumlah arus total yang masuk dari jalan utama (kend/jam atau smp/jam).
Q_{MI}	ARUS TOTAL JALAN MINOR	Jumlah arus total yang masuk dari jalan minor (kend/jam atau smp/jam).
P_{MI}	RASIO ARUS JALAN MINOR	Rasio arus jalan minor terhadap arus persimpangan total.
D	TUNDAAN	Waktu tempuh tambahan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang, yang terdiri dari tundaan lalu-lintas dan tundaan geometrik. TUNDAAN LALU-LINTAS (DT) = Waktu menunggu akibat interaksi lalu-lintas dengan lalu-lintas yang berkonflik dan TUNDAAN-GEOMETRIK (DG) Akibat perlambatan dan percepatan lalu-lintas yang terganggu dan yang tidak terganggu.
LV%	% KENDARAAN RINGAN	% kendaraan ringan dari seluruh kendaraan bermotor yang masuk ke persimpangan jalan, berdasarkan kend./jam.
HV%	% KENDARAAN BERAT	% kendaraan berat dari seluruh kendaraan bermotor yang masuk ke persimpangan jalan, berdasarkan kend./jam.
MC%	% SEPEDA MOTOR	% sepeda motor dari seluruh kendaraan yang masuk ke persimpangan jalan, berdasarkan kend./jam.
F_{smp}	FAKTOR SMP	Faktor konversi arus kendaraan bermotor dari kend/jam menjadi smp/jam. $F_{smp}=(LV\% + HV\% \times emp_{HV} + MC\% \times emp_{MC})/100$
k	FAKTOR LHRT	Faktor konversi dari LHRT menjadi arus lalu-lintas jam puncak. $Q_{kend} = k \times LHRT$ (kend/jam)

Faktor-faktor perhitungan

C_0	KAPASITAS DASAR (smp/jam)	Kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang sudah ditentukan sebelumnya (kondisi dasar).
F_W	FAKTOR PENYESUAIAN LEBAR MASUK	Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan lebar masuk persimpangan jalan.
F_M	FAKTOR PENYESUAIAN TIPE MEDIAN JALAN UTAMA	Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan tipe median jalan utama.
F_{CS}	FAKTOR PENYESUAIAN UKURAN KOTA	Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan ukuran kota
F_{RSU}	FAKTOR PENYESUAIAN TIPE LINGKUNGAN JALAN, HAMBATAN SAMPING DAN KENDARAAN TAK BERMOTOR	Faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor.
F_{LT}	FAKTOR PENYESUAIAN BELOK KIRI	Faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat belok kiri.
F_{RT}	FAKTOR PENYESUAIAN BELOK KANAN	Faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat belok kanan.
F_{MI}	FAKTOR PENYESUAIAN RASIO ARUS JALAN MINOR	Faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat rasio arus jalan minor.



Konflik-konflik yang terjadi pada simpang tak bersinyal di Bandung

Simpang tak bersinyal dengan empat lengan di Palembang

Simpang tak bersinyal dengan empat lengan di Ujung Pandang. Hak jalan lebih dulu dari kiri biasanya tidak dihormati pada simpang tak bersinyal.

2. METODOLOGI

2.1 PRINSIP UMUM

Metode dan prosedur yang diuraikan dalam manual ini mempunyai dasar empiris. Alasannya adalah bahwa perilaku lalu-lintas pada simpang tak bersinyal dalam hal aturan memberi jalan, disiplin lajur dan aturan antri sangat sulit digambarkan dalam suatu model perilaku seperti model berhenti/beri jalan yang berdasarkan pada pengambilan celah. Perilaku pengemudi berbeda sama sekali dengan yang ditemukan di kebanyakan negara Barat, yang menjadikan penggunaan metode manual kapasitas dari negara Barat menjadi tidak mungkin. Hasil yang paling menentukan dari perilaku lalu-lintas adalah bahwa rata-rata hampir dua pertiga dari seluruh kendaraan yang datang dari jalan minor melintasi simpang dengan perilaku "tidak menunggu celah", dan celah kritis yang kendaraan tidak memaksa lewat adalah sangat rendah yaitu sekitar 2 detik.

Metode ini memperkirakan pengaruh terhadap kapasitas dan ukuran-ukuran terkait lainnya akibat kondisi geometri, lingkungan dan kebutuhan lalu-lintas.

a) Kapasitas

Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas.

Bentuk model kapasitas menjadi sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$$

Variabel-variabel masukan untuk perkiraan kapasitas (smp/jam) dengan menggunakan model tersebut adalah sebagai berikut:

Tipe Variabel	Uraian variabel dan nama masukan		Faktor model
Geometri	Tipe simpang	IT	
	Lebar rata-rata pendekat	W_I	F_W
	Tipe median jalan utama	M	F_M
Lingkungan	Kelas ukuran kota	CS	F_{CS}
	Tipe lingkungan jalan,	RE	
	Hambatan samping	SF	
	Rasio kendaraan tak bermotor	p_{UM}	F_{RSU}
Lalu lintas	Rasio belok-kiri	p_{LT}	F_{LT}
	Rasio belok-kanan	p_{RT}	F_{RT}
	Rasio arus jalan minor	Q_{MI}/Q_{TOT}	F_{MI}

Tabel 2.1:1 Ringkasan variabel-variabel masukan model kapasitas

Dalam beberapa manual dari Barat sudut pada simpang miring mempunyai pengaruh pada kapasitas. Manual Indonesia tidak berdasarkan metode "pengambilan celah", dan tidak ada perbedaan yang jelas

antara jalan utama dan jalan minor. Karena manual juga tidak memungkinkan perhitungan kapasitas pendekat melainkan kapasitas simpang, maka sudut belok pendekat tidak dipergunakan.

b) Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan untuk seluruh simpang, (DS), dihitung sebagai berikut:

$$DS = Q_{smp} / C$$

di mana:

Q_{smp} = Arus total (smp/jam) dihitung sebagai berikut:
$Q_{smp} = Q_{kend} \times F_{smp}$

F_{smp} = Faktor smp, dihitung sebagai berikut:
$F_{smp} = (emp_{LV} \times LV\% + emp_{HV} \times HV\% + emp_{MC} \times MC\%)/100$
dimana emp_{LV}, LV%, emp_{HV}, HV%, emp_{MC} dan MC% adalah emp dan komposisi lalu-lintas untuk kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor.

C = Kapasitas (smp/jam)

c) Tundaan

Tundaan pada simpang dapat terjadi karena dua sebab :

1) TUNDAAN LALU-LINTAS (DT) akibat interaksi lalu-lintas dengan gerakan yang lain dalam simpang.
2) TUNDAAN GEOMETRIK (DG) akibat perlambatan dan percepatan kendaraan yang terganggu dan tak-terganggu.

Tundaan lalu-lintas seluruh simpang (DT), jalan minor (DT_{MI}) dan jalan utama (DT_{MA}), ditentukan dari kurva tundaan empiris dengan derajat kejenuhan sebagai variabel bebas.

Tundaan geometrik (DG) dihitung dengan rumus :

Untuk $DS < 1{,}0$:

$$DG = (1-DS) \times (p_T \times 6 + (1-p_T) \times 3) + DS \times 4 \quad (det/smp)$$

Untuk $DS \geq 1{,}0$: $DG = 4$

dimana :

DS = Derajat kejenuhan.
P_T = Rasio arus belok terhadap arus total.
6 = Tundaan geometrik normal untuk kendaraan belok yang tak-terganggu (det/smp).
4 = Tundaan geometrik normal untuk kendaraan yang terganggu (det/smp).

Tundaan lalu-lintas simpang (simpang tak-bersinyal, simpang bersinyal dan bundaran) dalam manual adalah berdasarkan anggapan-angapan sebagai berikut :

- Kecepatan referensi 40 km/jam.
- Kecepatan belok kendaraan tak-terhenti 10 km/jam.
- Tingkat percepatan dan perlambatan 1.5 m / det ^{2}
- Kendaraan terhenti mengurangi kecepatan untuk menghindari tundaan perlambatan, sehingga hanya menimbulkan tundaan percepatan.

Tundaan meningkat secara berarti dengan arus total, sesuai dengan arus jalan utama dan jalan minor dan dengan derajat kejenuhan. Hasil pengamatan menunjukkan tidak ada perilaku 'pengambilan-celah' pada arus yang tinggi. Ini berarti model barat yaitu lalu-lintas jalan utama berperilaku berhenti / memberi jalan, tidak dapat diterapkan (di Indonesia). Arus keluar stabil maksimum pada kondisi tertentu yang ditentukan sebelumnya, sangat sukar ditentukan, karena variasi perilaku dan arus keluar sangat beragam. Karena itu kapasitas ditentukan sebagai arus total simpang dimana tundaan lalu-lintas rata-rata melebihi 15 detik/smp, yang dipilih pada tingkat dengan probabilitas berarti untuk titik belok berdasarkan hasil pengukuran lapangan; (nilai 15 detik/smp ditentukan sebelummya). Nilai tundaan yang didapat dengan cara ini dapat digunakan bersama dengan nilai tundaan dan waktu-tempuh dengan cara dari fasilitas lalu-lintas lain dalam manual ini, untuk mendapatkan waktu tempuh sepanjang rute jaringan jika tundaan geometrik di koreksi dengan kecepatan ruas sesungguhnya.

d) Peluang antrian

Peluang antrian ditentukan dari kurva peluang antrian/derajat kejenuhan secara empiris.

2.2 BERBAGAI PENERAPAN

Manual kapasitas jalan ini dapat digunakan untuk berbagai penerapan seperti **perencanaan, perancangan** dan **analisa operasional**.

Tujuan **perencanaan** adalah untuk mendapatkan denah dan ukuran geometrik yang memenuhi sasaran yang di tetapkan untuk kondisi lalu-lintas rencana tersebut.

Perancangan berbeda dari perencanaan hanya pada skala waktu. Pada penerapan perencanaan, masukan data lalu-lintas biasanya berhubungan dengan suatu jam puncak. Pada perancangan, informasi data lalu-lintas biasanya dalam bentuk LHRT yang diramalkan, yang kemudian harus dikonversikan ke dalam jam puncak rencana, biasanya dengan menggunakan suatu faktor persentase normal.

Analisa operasional biasanya dikerjakan dengan tujuan untuk memperkirakan ukuran kinerja simpang untuk denah, lingkungan dan situasi lalu-lintas tertentu.

2.3 PANDUAN REKAYASA LALU-LINTAS

2.3.1 Tujuan

Tujuan Bagian ini adalah untuk membantu para pengguna manual dalam memilih penyelesaian yang sesuai dengan masalah umum perancangan, perencanaan, dan operasional dengan menyediakan saran untuk tipe dan denah simpang tak-bersinyal standar yang memadai. Disarankan agar perencanaan **simpang baru** didasarkan pada analisa biaya siklus hidup dari perencanaan yang paling ekonomis pada arus lalu-lintas tahun dasar yang berbeda, lihat Bagian 2.3.3b. Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pemilihan asumsi awal tentang denah dan perencanaan yang akan diterapkan jika menggunakan metoda perhitungan untuk simpang tak-bersinyal seperti ditunjukkan pada Bagian 3 dari Bab ini.

Untuk analisa operasional dan peningkatan **simpang yang sudah ada** saran diberikan dalam bentuk perilaku lalu-lintas sebagai fungsi arus lalu-lintas pada keadaan standar, lihat Bagian 2.3.3c. Rencana dan bentuk pengaturan lalu-lintas harus dengan tujuan memastikan derajat kejenuhan tidak melebihi nilai yang dapat diterima (biasanya 0,75). Saran-saran juga diberikan mengenai masalah berikut yang berkaitan dengan **rencana detil** dan **pengaturan lalu-lintas**:

- Dampak terhadap keselamatan lalu-lintas dan emisi kendaraan akibat perubahan rencana geometrik dan pengaturan lalu-lintas.

- Perencanaan rinci yang berkaitan dengan kapasitas dan keselamatan.

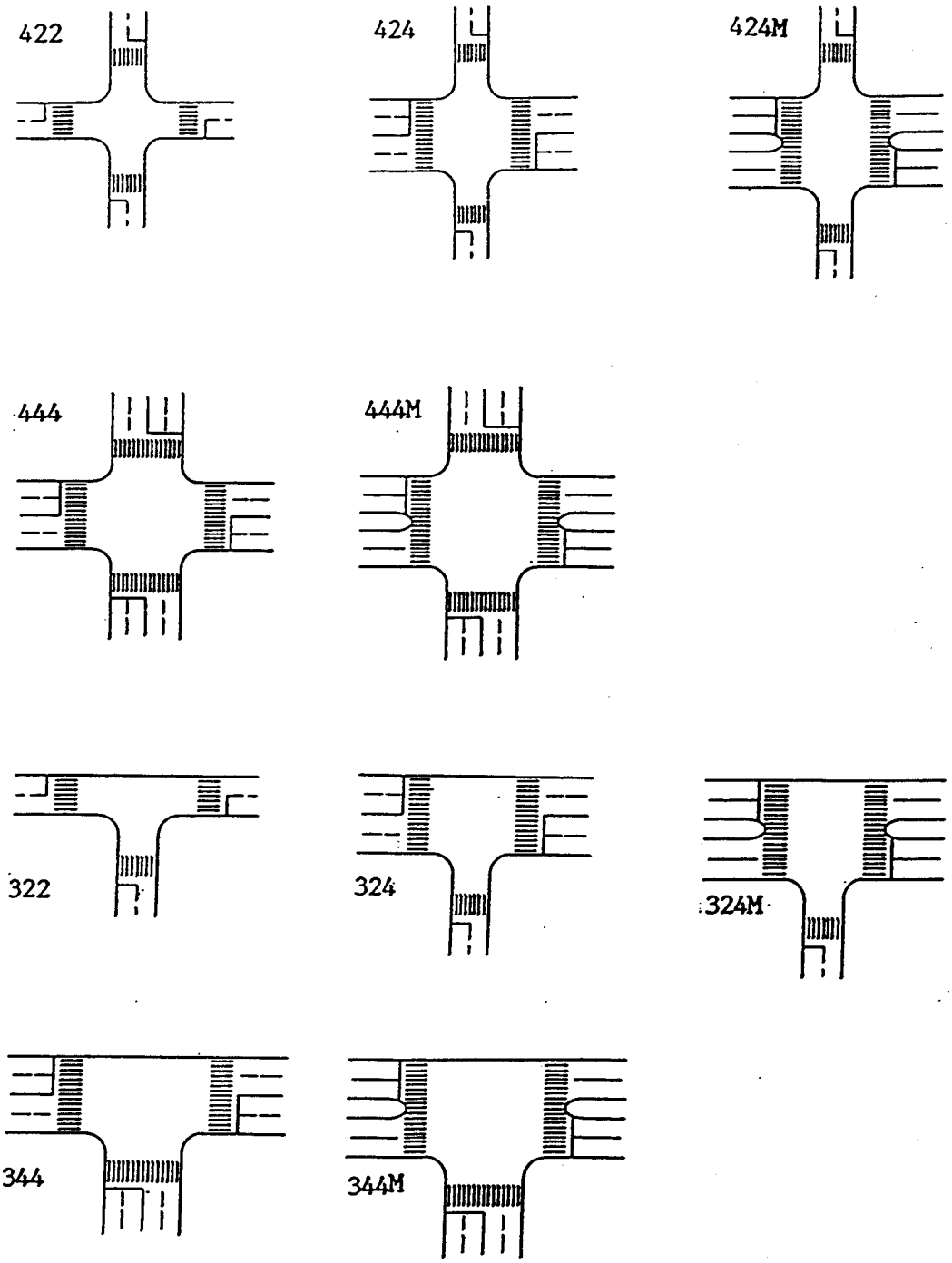
2.3.2 Definisi tipe simpang standar

Buku "Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan" (Direktorat Jenderal Bina Marga, Maret 1992) mencantumkan panduan umum untuk perencanaan simpang sebidang. Informasi lain yang berhubungan terutama tentang marka jalan terdapat pada buku "Produk Standar untuk Jalan Perkotaan" (Direktorat Jenderal Bina Marga, Pebruari 1987).

Dokumen ini mencantumkan parameter perencanaan untuk kelas simpang yang berbeda, tetapi tidak menentukan suatu tipe simpang. Karena itu sejumlah tipe simpang ditunjukkan pada Gambar 2.3.2:1 dan Tabel 2.3.2:1 di bawah untuk penggunaan khusus pada Bagian ini.

Semua tipe simpang dianggap mempunyai kereb dan trotoar yang sesuai, dan ditempatkan pada daerah perkotaan dengan hambatan samping sedang. Semua gerakan membelok dianggap diperbolehkan. Metode perhitungan rinci dalam manual ini juga memungkinkan analisa jalan satu-arah.

Pengaturan "hak jalan" dianggap berlaku untuk semua pendekat yaitu tidak ada pengaturan tanda "beri jalan " dan "berhenti". Apabila pengaturan yang terakhir tidak ada, metode perhitungan kapasitas dengan pengaturan hak jalan yang diterangkan dalam manual ini dapat dipergunakan.



Gambar 2.3.2:1 Ilustrasi tipe simpang tak-bersinyal

SIMPANG EMPAT-LENGAN

Kode tipe	Pendekat jalan utama		Pendekat jalan minor
	Jumlah lajur	Median	Jumlah lajur
422	1	T	1
424	2	T	1
424M	2	Y	1
444	2	T	2
444M	2	Y	2

SIMPANG TIGA-LENGAN

Kode tipe	Pendekat jalan utama		Pendekat jalan minor
	Jumlah lajur	Median	Jumlah lajur
322	1	T	1
324	2	T	1
324M	2	Y	1
344	2	T	2
344M	2	Y	2

Tabel 2.3.2:1 Definisi tipe simpang yang digunakan dalam bagian panduan

2.3.3 Pemilihan tipe simpang

a) Umum

Pada umumnya simpang tak-bersinyal dengan pengaturan hak jalan(prioritas dari sebelah kiri) digunakan di daerah permukiman perkotaan dan daerah pedalaman untuk persimpangan antara jalan lokal dengan arus lalu-lintas rendah. Untuk persimpangan dengan kelas dan/atau fungsi jalan yang berbeda, lalu-lintas pada jalan minor harus diatur dengan tanda "yield" atau "stop".

Simpang tak-bersinyal paling efektif apabila ukurannya kecil dan daerah konflik lalu-lintasnya ditentukan dengan baik. Karena itu simpang ini sangat sesuai untuk persimpangan antara jalan dua-lajur tak-terbagi. Untuk persimpangan antara jalan yang lebih besar, misalnya antara dua jalan empat-lajur, penutupan daerah konflik dapat terjadi dengan mudah sehingga menyebabkan gerakan lalu-lintas terganggu sementara. Bahkan jika perilaku lalu-lintas simpang tak-bersinyal dalam tundaan rata-rata selama periode waktu yang lebih lama lebih rendah dari tipe simpang yang lain, simpang ini masih lebih disukai karena kapasitas tertentu dapat dipertahankan meskipun pada keadaan lalu-lintas puncak.

Perubahan dari simpang tak-bersinyal menjadi bersinyal dan bundaran dapat juga karena pertimbangan keselamatan lalu-lintas untuk mengurangi kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan yang berlawanan arah, lihat bagian d) di bawah. Hal ini mungkin terjadi jika kecepatan pendekat menuju simpang tinggi, dan/atau jarak-pandang untuk gerakan lalu-lintas yang berpotongan tidak cukup akibat rumah, tanaman atau halangan lainnya dekat sudut persimpangan. Simpang bersinyal mungkin juga diperlukan untuk memudahkan melintasi jalan utama bagi lalu-lintas jalan minor dan/atau pejalan kaki.

b) Pertimbangan ekonomi

Tipe simpang yang paling ekonomis (simpang bersinyal, simpang tak bersinyal atau bundaran) yang berdasarkan analisa biaya siklus hidup (BSH) ditunjukkan dalam Bab 1 Bagian 5.2.1b. Perencanaan baru simpang tak-bersinyal yang paling ekonomis ditunjukkan pada Tabel 2.3.3:1 di bawah.

Kondisi			Ambang arus lalu-lintas, Arus simpang total (kend/jam) tahun 1				
Ukuran kota (Juta)	Rasio (Q_{MA}/Q_{MI})	LT/RT	Tipe simpang				
			422	**424**	**424M**	**444**	**444M**
1-3 Juta	1/1	10/10	< 1600	1600	1750	-	2050-2400
	1,5/1		< 1600	1600	1750	-	2150-2400
	2/1		< 1650	1650	1800	-	2200-2450
	3/1		< 1750	1750	1900	-	2300-2600
	4/1		< 1750	1750	2050	-	2550-2850
	1/1	25/25	< 2000	2000	2150	-	2600-2950
	1.5/1		< 2000	2000	2200	-	2600-3000
	2/1		< 2050	2050	2200	-	2700-3100
	3/1		< 2150	2150	2400	-	2950-3250
	4/1		< 2200	2200	2600	-	3150-3550
0.5-1 Juta	1/1	10/10	< 1650	1650	1800	-	2200-2450
	1/1	25/25	<2050	2050	2300	-	2700-3100
0.1-0.5 Juta	1/1	10/10	< 1350	1350	1500	-	1750-2000
	1/1	25/25	< 1650	1650	1800	-	2200-2450
			322	**324**	**324M**	**344**	**344M**
1-3 Juta	1/1	10/10	< 1600	1600	1750	-	2150-2300
	1.5/1		< 1650	1650	1900	-	2200-2450
	2/1		< 1650	1650	2000	-	2400-2600
	3/1		< 1750	1750	2200	-	2700-2950
	4/1		< 1750	1750	2450	-	2950-3150
	1/1	25/25	< 1600	1600	1750	-	2150-2300
	1.5/1		< 1650	1650	1900	-	2300-2450
	2/1		< 1750	1750	2050	-	2450-2600
	3/1		< 1750	1750	2300	-	2750-3000
	4/1		< 1800	1800	2550	-	3000-3250
0.5-1 Juta	1/1	10/10	< 1650	1650	-	1750-1800	-
	1/1	25/25	< 1650	1650	-	1750	1800-1900
0.1-0.5 Juta	1/1	10/10	< 1350	-	-	1350	1450-1500
	1/1	25/25	< 1350	1350	-	1450-1500	-

Penjelasan:

Rasio: Rasio arus antara jalan utama dan jalan minor

LT/RT: Persen arus belok kiri dan kanan (10/10 artinya pada masing-masing pendekat 10% belok kiri dan 10% belok kanan)

Tipe simpang: Jumlah lengan simpang/jumlah lajur dijalan minor/jumlah lajur dijalan utama. Contoh 424 artinya simpang empat lengan dengan 2 lajur dijalan minor dan empat lajur dijalan utama

Tabel 2.3.3:1 Panduan untuk memilih tipe simpang tak-bersinyal yang paling ekonomis di daerah perkotaan, konstruksi baru.

Gambar 2.3.3:1 menunjukkan informasi yang sama sebagai fungsi dari arus lalu-lintas pada jalan yang berpotongan (dua arah).

Untuk daerah luar kota biaya pembebasan tanah lebih rendah sehingga memungkinkan pembuatan simpang yang lebih besar, tetapi kecepatan rencana biasanya tinggi sehingga diperlukan ruang yang lebih luas untuk tipe simpang yang sama sesuai dengan panduan standar Bina Marga.

c) Perilaku lalu-lintas

Dalam analisa perencanaan dan operasional (untuk meningkatkan) simpang tak-bersinyal yang sudah ada, tujuannya untuk membuat perbaikan kecil pada geometri simpang agar dapat mempertahankan perilaku lalu-lintas yang diinginkan, sepanjang rute atau jaringan jalan. Gambar 2.3.3:2-3 menunjukkan hubungan antara tundaan rata-rata (det/smp) dan arus simpang total untuk tipe simpang dan kondisi arus yang berbeda (daerah permukiman, hambatan samping sedang, ukuran kota 1-3 Juta penduduk).

Karena risiko penutupan simpang oleh kendaraan yang berpotongan dari berbagai arah, disarankan untuk menghindari nilai derajat kejenuhan > 0,75 selama jam puncak pada semua tipe simpang tak bersinyal.

d) Pertimbangan keselamatan lalu-lintas

Tingkat kecelakaan lalu-lintas pada simpang tak-bersinyal empat-lengan diperkirakan sebesar 0,60 kecelakaan/juta kendaraan, dibandingkan dengan 0,43 pada simpang bersinyal dan 0,30 pada bundaran.

DAMPAK DENAH SIMPANG

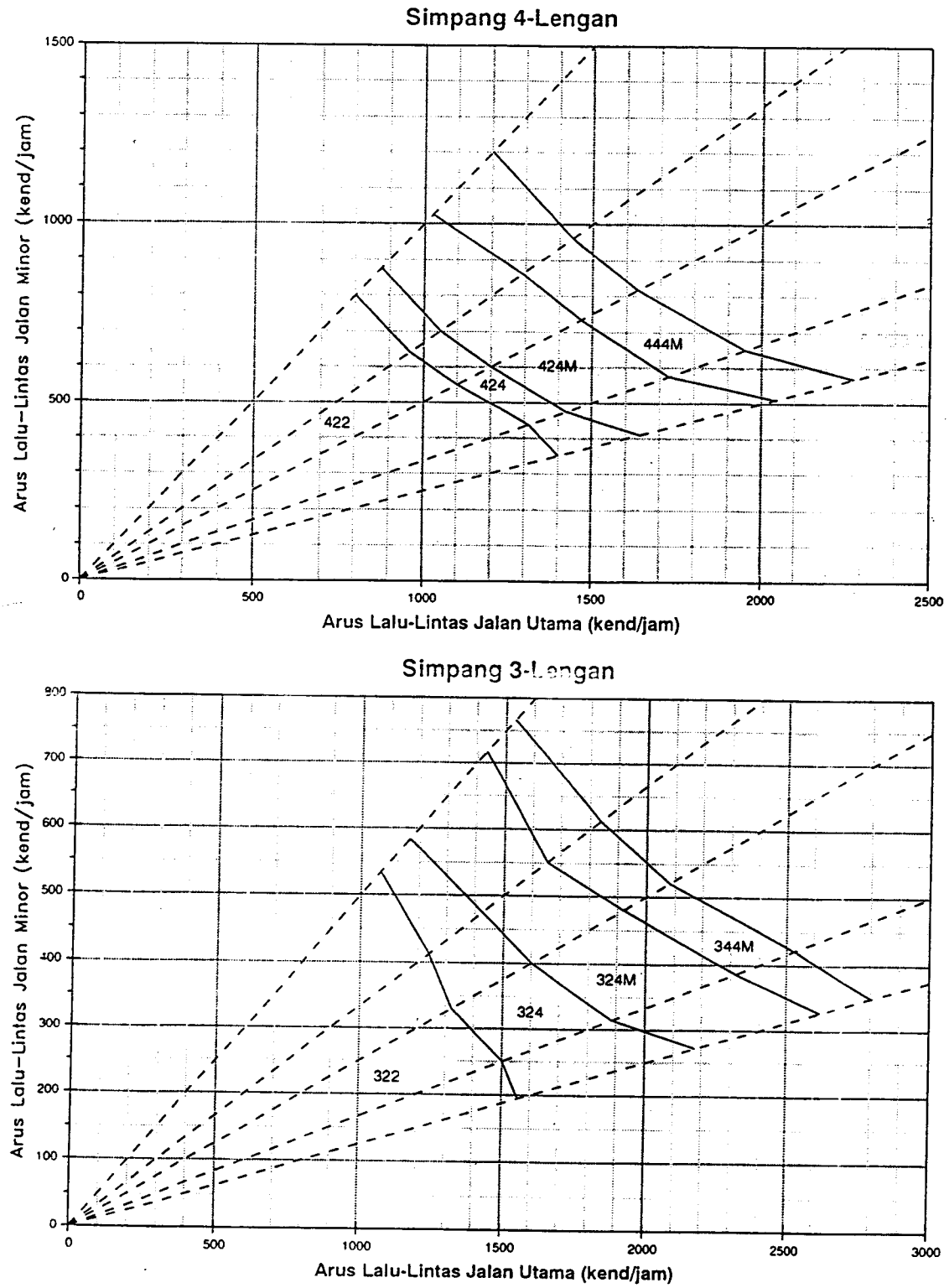
- Simpang tiga lengan bentuk T mempunyai tingkat kecelakaan 40 % lebih rendah dari pada simpang empat lengan.
- Simpang Y mempunyai tingkat kecelakaan 15-50 % lebih tinggi dari simpang T.

DAMPAK PERENCANAAN GEOMETRIK

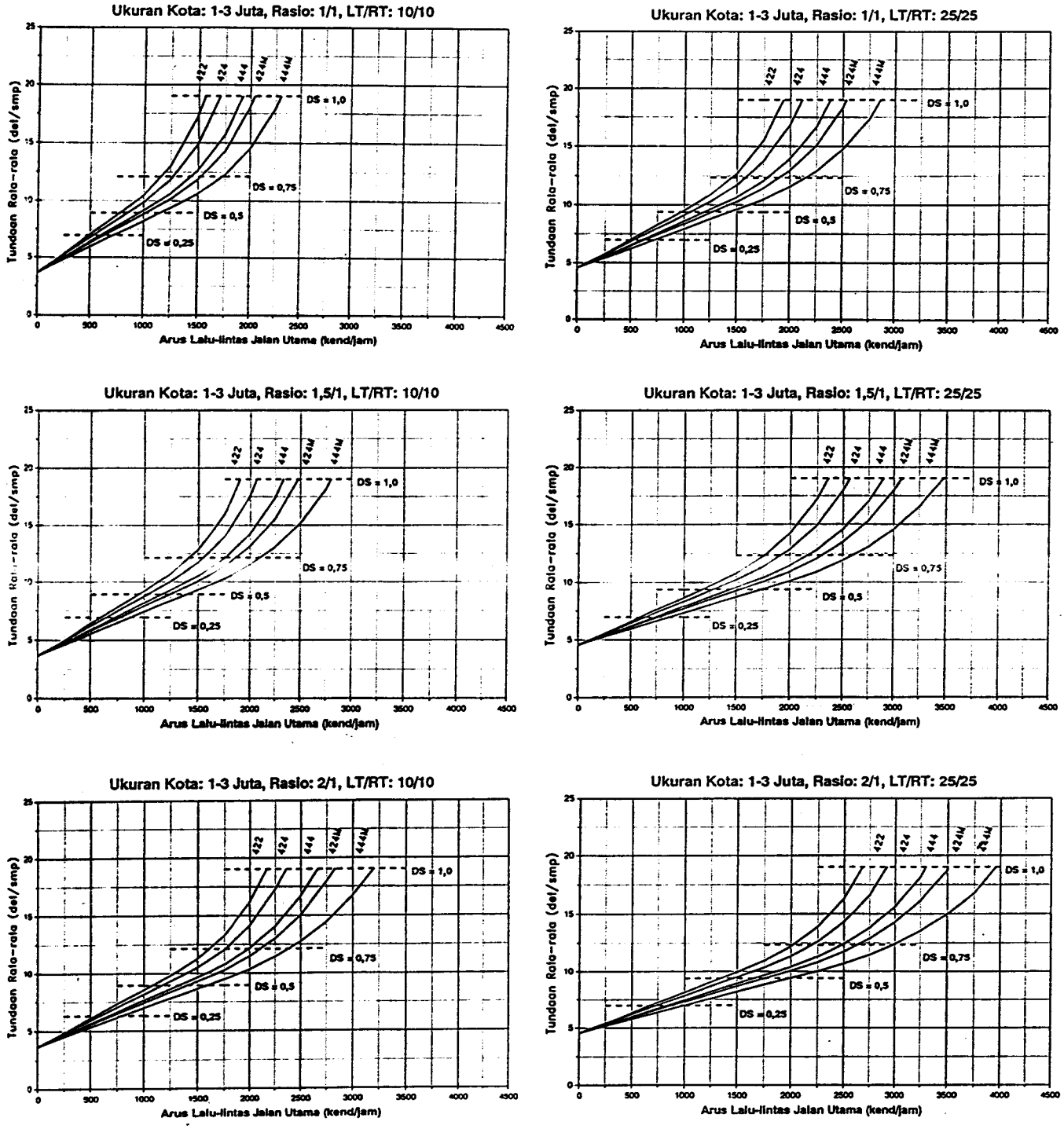
- Median pada jalan utama sedikit mengurangi kecelakaan.

DAMPAK PENGATURAN SIMPANG

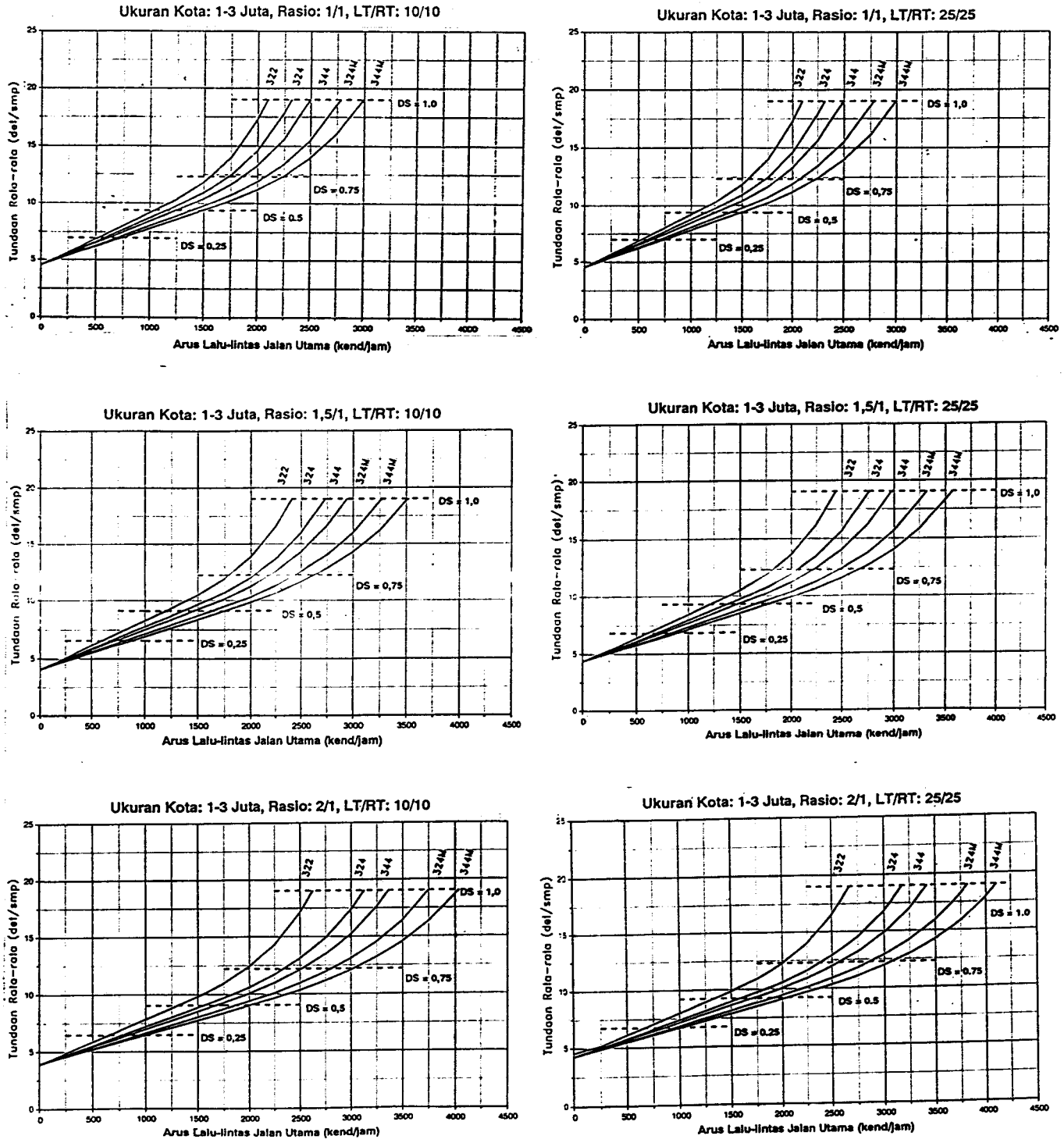
- Pengaturan tanda "Yield" mengurangi tingkat kecelakaan 60 % bila dibandingkan dengan prioritas dari kiri (tidak diatur).
- Pengaturan tanda "Stop" mengurangi tingkat kecelakaan 40 % lebih bila dibandingkan dengan tanda "Yield".
- Pengaturan sinyal lalu-lintas mengurangi tingkat kecelakaan sebesar 20-50 % bila dibandingkan dengan tanpa sinyal.



Gambar 2.3.3:1 Panduan untuk memilih tipe simpang tak-bersinyal perkotaan yang paling ekonomis, konstruksi baru. Ukuran kota 1-3 Juta; Persentase lalu-lintas belok kiri dan kanan 10/10



Gambar 2.3.3:2 Perilaku lalu-lintas pada simpang empat lengan tak-bersinyal
DS = derajat kejenuhan



Gambar 2.3.3:3 Perilaku lalu-lintas pada simpang tiga lengan tak-bersinyal
DS = derajat kejenuhan

e) Pertimbangan lingkungan

Data empiris dari Indonesia tentang emisi kendaraan tidak ada pada saat pembuatan manual ini. Emisi gas buang kendaraan dan atau kebisingan umumnya bertambah akibat percepatan atau perlambatan kendaraan yang sering dilakukan, demikian juga akibat waktu berhenti. Dari pemahaman ini simpang tak-bersinyal dengan tundaan rata-rata lebih rendah dari simpang bersinyal pada arus total yang sama lebih disukai. Meskipun demikian untuk keadaan simpang yang mempunyai arus jalan utama lebih tinggi dari arus jalan minor, tanda "Yield" atau "Stop" pada jalan minor (bila diterapkan) akan mengurangi kebutuhan kendaraan dari jalan utama untuk berhenti atau melambat, sehingga dari aspek lingkungan akan lebih disukai dibandingkan dengan simpang tak-bersinyal tanpa pengaturan seperti itu.

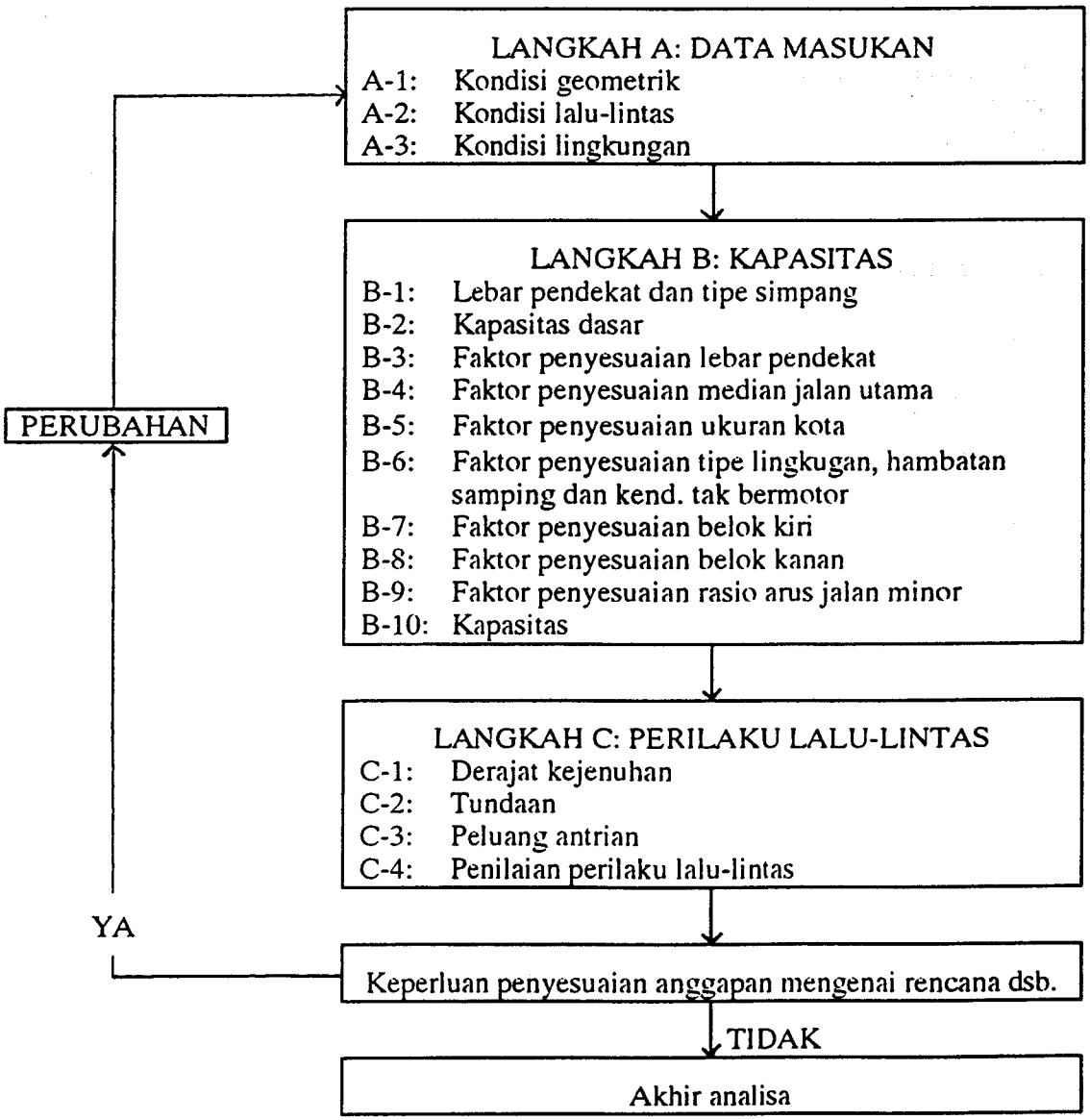
2.3.4 Perencanaan rinci

Saran umum berikut dapat diberikan berkaitan dengan perencanaan rinci simpang tak-bersinyal:

- Sudut simpang sebaiknya mendekati 90 derajat, dan sudut yang lain dihindari untuk keselamatan lalu-lintas.
- Fasilitas sebaiknya disediakan agar gerakan belok kiri dapat dilewatkan dengan konflik minimum terhadap gerakan kendaraan yang lain.
- Lajur terdekat dengan kereb sebaiknya lebih lebar dari biasanya untuk memberikan ruang bagi kendaraan tak-bermotor, (meningkatkan kapasitas dan juga keselamatan).
- Lajur belok terpisah sebaiknya direncanakan "diluar" lajur utama lalu-lintas, dan lajur belok sebaiknya cukup panjang untuk mencegah antrian pada arus lalu-lintas tinggi yang dapat menghambat lajur menerus. Lajur tambahan akan memperlebar daerah persimpangan yang berdampak negatif terhadap keselamatan.
- Pulau lalu-lintas di tengah sebaiknya digunakan jika lebar jalan lebih dari 10 m untuk memudahkan pejalan kaki menyeberang. Lajur belok kiri tambahan sebaiknya mempunyai pulau untuk pejalan kaki.
- Lebar median di jalan utama sebaiknya paling sedikit 3 - 4 m untuk memudahkan kendaraan dari jalan minor melewati jalan utama dalam dua tahap, (meningkatkan kapasitas dan juga keselamatan).
- Daerah konflik simpang sebaiknya kecil dengan lintasan yang jelas untuk gerakan yang konflik.

2.4 RINGKASAN PROSEDUR PERHITUNGAN

Kapasitas dan ukuran perilaku lalu-lintas lainnya yaitu Derajat kejenuhan, Tundaan (det/smp) dan Peluang antrian dihitung untuk kondisi geometrik, lingkungan dan lalu-lintas tertentu sebagai berikut, lihat Gambar 2.4:1.



Gambar 2.4:1 Bagan alir analisa simpang tak bersinyal

Pencatatan data masukan yang berkaitan dengan geometri dan arus lalu-lintas paling baik dilakukan dengan bantuan Formulir USIG-I (Lampiran 3:1). Gambar geometri simpang dibuat pada bagian kotak termasuk seluruh ukuran yang perlu seperti lebar pendekat dan sebagainya. Gambar yang mencatat seluruh gerakan lalu-lintas dan arus juga dibuat pada kotak di sebelahnya. Bagian bawah

dari Formulir USIG-I dapat gunakan oleh pemakai untuk menghitung parameter arus lalu-lintas yang diperlukan untuk analisa yang ditunjukkan dengan bantuan Formulir USIG-II. Pada formulir ini hasil dari berbagai langkah perhitungan yang berbeda dicatat. Setiap kolom mempunyai nomor dan pengenal, yang digunakan sebagai penjelasan bagaimana memasukkan data ke dalam formulir.

Formulir berikut digunakan untuk perhitungan:

USIG-I Geometri, Arus lalu-lintas

USIG-II Analisa:
- Lebar pendekat dan tipe simpang
- Kapasitas
- Perilaku lalu-lintas

Formulir-formulir terdapat pada lampiran 3:1 di bagian akhir bab ini.

3. PROSEDUR PERHITUNGAN

LANGKAH A: DATA MASUKAN

LANGKAH A - 1: KONDISI GEOMETRIK

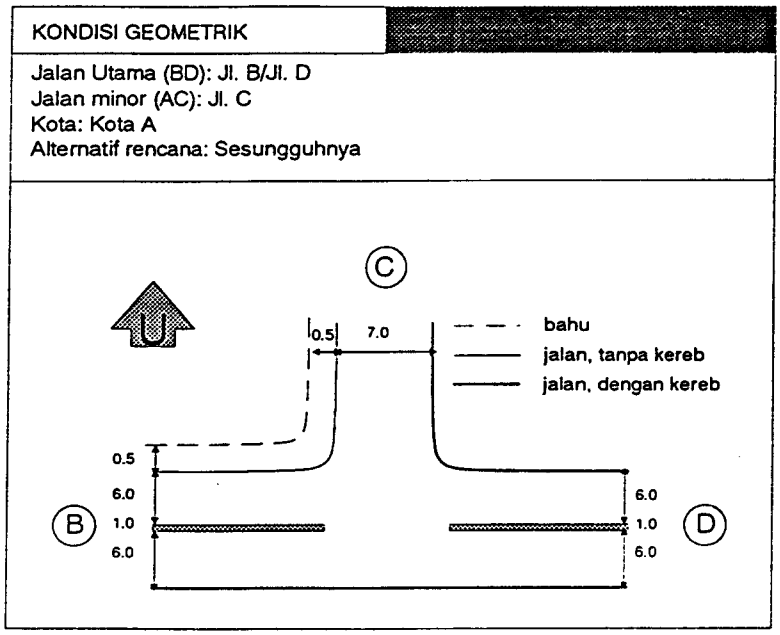
Sketsa ringkasan

Sketsa pola geometrik digambarkan pada Formulir USIG-I, lihat contoh di bawah pada Gambar A-1:1. Nama jalan minor dan utama dan nama kota dicatat pada bagian atas sketsa sebagaimana juga nama pilihan dari alternatif rencana. Untuk orientasi sketsa sebaiknya juga memuat panah penunjuk arah.

Jalan utama adalah jalan yang dipertimbangkan terpenting pada simpang, misalnya jalan dengan klasifikasi fungsionil tertinggi. Untuk simpang 3-lengan, jalan yang menerus selalu jalan utama. Pendekat jalan minor sebaiknya diberi notasi A dan C, pendekat jalan utama diberi notasi B dan D. Pemberian notasi dibuat searah jarum jam.

Sketsa sebaiknya memberikan gambaran yang baik dari suatu simpang mengenai informasi tentang kereb, lebar jalur, bahu dan median. Jika median cukup lebar sehingga memungkinkan melintasi simpang dalam dua tahap dengan berhenti di tengah (biasanya $\geq$ 3 m), kotak di bagian bawah sketsa dicatat sebagai "Lebar", jika tidak dicatat "Sempit" atau "Tidak ada" (jika tidak ada).

Informasi dalam sketsa digunakan pada Formulir USIG-II sebagai data masukan untuk analisa kapasitas.



Gambar A-1:1 Contoh sketsa data masukan geometrik

LANGKAH A-2: KONDISI LALU-LINTAS

DATA MASUKAN

Situasi lalu-lintas untuk tahun yang dianalisa ditentukan menurut Arus Jam Rencana, atau Lalu-lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) dengan faktor-k yang sesuai untuk konversi dari LHRT menjadi arus per jam (umum untuk perancangan). Nama pilihan alternatif lalu-lintas dapat dimasukkan.

Data masukan untuk kondisi lalu-lintas terdiri dari empat bagian, yang dimasukkan ke dalam Formulir USIG-I sebagaimana diuraikan di bawah:

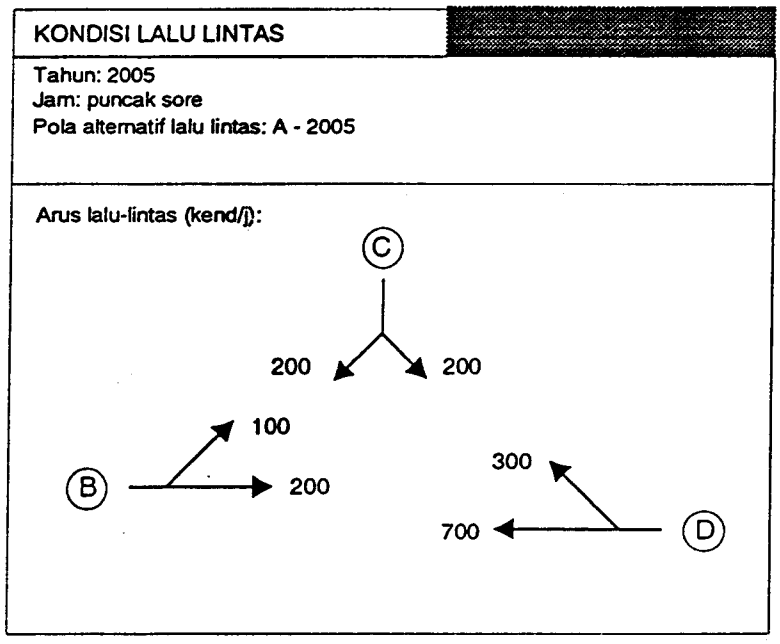
1) Periode dan soal (alternatif), dimasukkan pada sudut kanan atas Formulir USIG-I.

2) Sketsa arus lalu-lintas menggambarkan berbagai gerakan dan arus lalu-lintas. Arus sebaiknya diberikan dalam kend/jam. Jika arus diberikan dalam LHRT faktor-k untuk konversi menjadi arus per jam harus juga dicatat dalam formulir pada Baris 1, Kolom 12.

3) Komposisi lalu-lintas (%) dicatat pada Baris 1.

4) Arus kendaraan tak-bermotor dicatat pada Kolom 12.

Sketsa arus lalu-lintas memberikan informasi lalu-lintas lebih rinci dari yang diperlukan untuk analisa simpang tak bersinyal. Jika alternatif pemasangan sinyal pada simpang juga akan diuji, informasi ini akan diperlukan. Sketsa sebaiknya menunjukan gerakan lalu-lintas bermotor dan tak bermotor (kend/jam) pada pendekat A_{LT}, A_{ST}, A_{RT} dan seterusnya. Satuan arus, kend/jam atau LHRT, diberi tanda dalam formulir, seperti contoh gambar A-2:1 di bawah.



Gambar A-2:1 Contoh sketsa arus lalu-lintas

PROSEDUR PERHITUNGAN ARUS LALU-LINTAS DALAM SATUAN MOBIL PENUMPANG (SMP)

a) Data arus lalu-lintas klasifikasi per jam tersedia untuk masing-masing gerakan

- Jika data arus lalu-lintas klasifikasi tersedia untuk masing-masing gerakan, data tersebut dapat dimasukkan pada Kolom 3, 5, 7 dalam satuan kend/jam. Arus total kend/jam untuk masing-masing gerakan lalu-lintas dimasukkan pada Kolom 9. Jika data arus kendaraan tak bermotor tersedia, angkanya dimasukkan ke dalam Kolom 12.

- Konversi ke dalam smp/jam dilakukan dengan mengalikan emp yang tercatat pada formulir (LV:1,0; HV:1,3; MC:0,5) dan catat hasilnya pada Kolom 4, 6 dan 8. Arus total dalam smp/jam untuk masing-masing gerakan lalu-lintas dimasukkan pada Kolom 10.

b) Data arus lalu-lintas per jam (bukan klasifikasi) tersedia untuk masing-masing gerakan, beserta informasi tentang komposisi lalu-lintas keseluruhan dalam %

- Masukkan arus lalu-lintas untuk masing-masing gerakan dalam kend/jam pada Kolom 9.

- Hitung faktor smp F_{smp} dari emp yang diberikan dan data komposisi arus lalu-lintas kendaraan bermotor dan masukkan hasilnya pada Baris 1, Kolom 10:

$$F_{smp} = (emp_{LV} \times LV\% + emp_{HV} \times HV\% + emp_{MC} \times MC\%) / 100$$

- Hitung arus total dalam smp/jam untuk masing-masing gerakan dengan mengalikan arus dalam kend/jam (Kolom 9) dengan F_{smp}, dan masukkan hasilnya pada Kolom 10.

c) Data arus lalu-lintas hanya tersedia dalam LHRT (Lalu-lintas Harian Rata-rata Tahunan)

- Konversikan nilai arus lalu-lintas yang diberikan dalam LHRT melalui perkalian dengan faktor-k (tercatat pada Baris 1, Kolom 12) dan masukkan hasilnya pada Kolom 9.

$$Q_{DH} = k \times LHRT$$

- Konversikan arus lalu-lintas dari kend/jam menjadi smp/jam melalui perkalian dengan faktor-smp (F_{smp}) sebagaimana diuraikan di atas dan masukkan hasilnya pada Kolom 10.

NILAI NORMAL VARIABEL UMUM LALU-LINTAS

Data lalu-lintas sering tidak ada atau kualitasnya kurang baik. Nilai normal yang diberikan pada Tabel A-2:1, 2 dan 3 di bawah dapat digunakan untuk keperluan perancangan sampai data yang lebih baik tersedia.

Lingkungan jalan	Faktor-k - Ukuran kota	
	> 1 juta	≤ 1 juta
Jalan di daerah komersial dan jalan arteri	0,07 - 0,08	0,08 - 0,10
Jalan di daerah permukiman	0,08 - 0,09	0,09 - 0,12

Tabel A-2:1 Nilai normal faktor-k

Ukuran kota Juta penduduk	Komposisi lalu-lintas kendaraan bermotor %			Rasio kendaraan tak bermotor (UM/MV)
	Kend. ringan LV	Kend. berat HV	Sepeda motor MC	
> 3 J	60	4,5	35,5	0,01
1 - 3 J	55,5	3,5	41	0,05
0,5 - 1 J	40	3,0	57	0,14
0,1 - 0,5 J	63	2,5	34,5	0,05
< 0,1 J	63	2,5	34,5	0,05

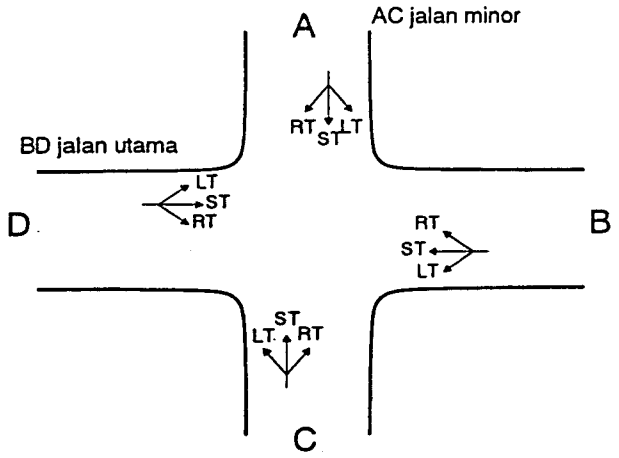
Tabel A-2:2 Nilai normal komposisi lalu-lintas (perhatikan bahwa kendaraan tak bermotor tidak termasuk dalam arus lalu-lintas)

Faktor	Normal
Rasio arus jalan minor p_{MI}	0,25
Rasio belok-kiri p_{LT}	0,15
Rasio belok-kanan p_{RT}	0,15
Faktor-smp, F_{smp}	0,85

Tabel A-2:3 Nilai normal lalu-lintas umum

PERHITUNGAN RASIO BELOK DAN RASIO ARUS JALAN MINOR

Data lalu-lintas berikut diperlukan untuk perhitungan dan harus diisikan ke dalam bagian lalu-lintas pada Formulir USIG-I, lihat juga Gambar A-2:2



$$p_{LT} = \frac{A_{LT} + B_{LT} + C_{LT} + D_{LT}}{A + B + C + D}$$

$$p_{RT} = \frac{A_{RT} + B_{RT} + C_{RT} + D_{RT}}{A + B + C + D}$$

$$p_{MI} = \frac{A + C}{A + B + C + D}$$

$$Q_{TOT} = A + B + C + D$$

A,B,C,D menunjukkan arus lalu-lintas dalam smp/jam

Gambar A-2:2 Variabel arus lalu-lintas

- Hitung arus jalan minor total Q_{MI} yaitu jumlah seluruh arus pada pendekat A dan C dalam smp/jam dan masukkan hasilnya pada Baris 10, Kolom 10.

- Hitung arus jalan utama total Q_{MA} yaitu jumlah seluruh arus pada pendekat B dan D dalam smp/jam dan masukkan hasilnya pada Baris 19, Kolom 10.

- Hitung arus jalan minor + utama total untuk masing-masing gerakan (Belok kiri Q_{LT}, Lurus Q_{ST} dan Belok-kanan Q_{RT}) demikian juga Q_{TOT} secara keseluruhan dan masukkan hasilnya pada Baris 20, 21, 22 dan 23, Kolom 10.

- Hitung rasio arus jalan minor p_{MI} yaitu arus jalan minor dibagi dengan arus total, dan masukkan hasilnya pada Baris 24, Kolom 10.

  $p_{MI} = Q_{MI} / Q_{TOT}$

- Hitung rasio arus belok-kiri dan kanan total (p_{LT}, p_{RT}) dan masukkan hasilnya pada Baris 20, Kolom 11 dan Baris 22, Kolom 11.

  $p_{LT} = Q_{LT}/Q_{TOT}$; $p_{RT} = Q_{RT} / Q_{TOT}$

- Hitung rasio antara arus kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor dinyatakan dalam kend/jam, dan masukkan hasilnya pada Baris 24, Kolom 12.

  $p_{UM} = Q_{UM} / Q_{TOT}$

LANGKAH A-3: KONDISI LINGKUNGAN

Data lingkungan berikut diperlukan untuk perhitungan dan harus diisikan dalam kotak di bagian kanan atas Formulir USIG-II ANALISA.

1) Kelas ukuran kota

Masukkan perkiraan jumlah penduduk dari seluruh daerah perkotaan dalam juta, lihat tabel A-3:1.

Ukuran kota	Jumlah penduduk (juta)
Sangat kecil	< 0,1
Kecil	0,1 - 0,5
Sedang	0,5 - 1,0
Besar	1,0 - 3,0
Sangat besar	> 3,0

Tabel A-3:1 Kelas ukuran kota

2) Tipe lingkungan jalan

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna tanah dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktivitas sekitarnya. Hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu-lintas dengan bantuan Tabel A-3:2 di bawah:

Komersial	Tata guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Permukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Akses terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping dsb).

Tabel A-3:2 Tipe lingkungan jalan

3) Kelas hambatan samping

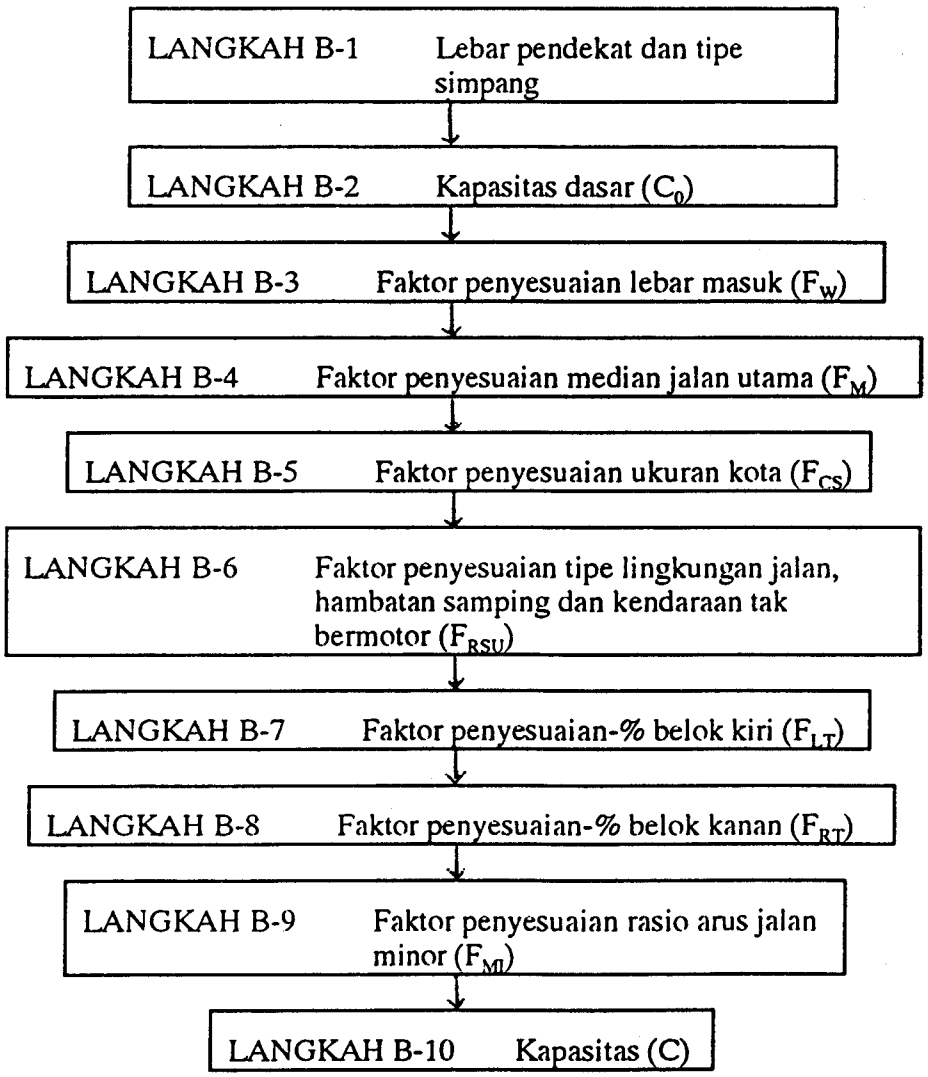
Hambatan samping menunjukkan pengaruh aktivitas samping jalan di daerah simpang pada arus berangkat lalu-lintas, misalnya pejalan kaki berjalan atau menyeberangi jalur, angkutan kota dan bis berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, kendaraan masuk dan keluar halaman dan tempat parkir di luar jalur. Hambatan samping ditentukan secara kualitatif dengan pertimbangan teknik lalu-lintas sebagai **Tinggi, Sedang** atau **Rendah.**

LANGKAH B: KAPASITAS

Kapasitas, dihitung dari rumus berikut:

$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$ (smp/jam)

Perhitungan dilakukan dalam beberapa langkah yang ditunjukkan pada bagan alir di bawah, Gambar B :1.



Gambar B:1 Bagan alir perhitungan kapasitas

Data masukan untuk langkah-langkah perhitungan dicatat dalam Formulir USIG-I dan USIG-II. Hasil dari setiap langkah dapat dimasukkan ke dalam formulir terakhir. Langkah-langkah yang berbeda diuraikan secara rinci di bawah.

LANGKAH B-1: LEBAR PENDEKAT DAN TIPE SIMPANG

Parameter geometrik berikut diperlukan untuk analisa kapasitas, dan sebaiknya dicatat pada bagian atas Formulir USIG-II.

a) Lebar rata-rata pendekat minor dan utama W_{AC} dan W_{BD} dan Lebar rata-rata pendekat W_I

- Masukkan lebar pendekat masing-masing W_A, W_C, W_B dan W_D pada Kolom 2, 3, 5 dan 6. Lebar pendekat diukur pada jarak 10 m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan berpotongan, yang dianggap mewakili lebar pendekat efektif untuk masing-masing pendekat, lihat Gambar B-1:1.

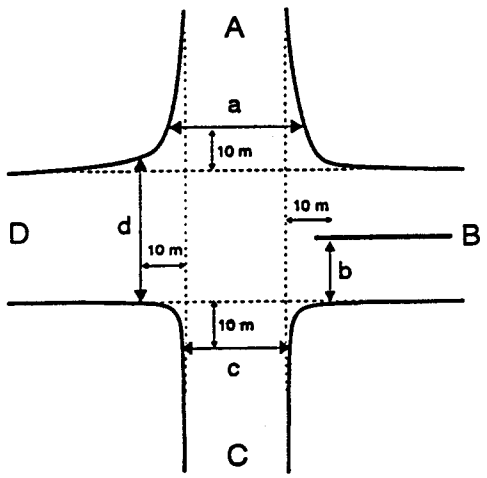
  Untuk pendekat yang sering digunakan parkir pada jarak kurang dari 20 m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan berpotongan, lebar pendekat tersebut harus dikurangi 2 m.

- Hitung lebar rata-rata pendekat pada jalan minor dan jalan utama dan masukkan hasilnya pada Kolom 4 dan 7 (lihat juga Gambar B-1:2 di bawah).

  $W_{AC} = (W_A + W_C)/2$; $W_{BD} = (W_B + W_D)/2$

- Hitung lebar rata-rata pendekat dan masukkan hasilnya pada Kolom 8:

  $W_I = (W_A + W_C + W_B + W_D)$/Jumlah lengan simpang



Lebar rata-rata pendekat, W_I

$W_I = (a/2 + b + c/2 + d/2)/4$
(Pada lengan B ada median)

Jika A hanya untuk ke luar, maka a=0:

$W_I = (b + c/2 + d/2)/3$

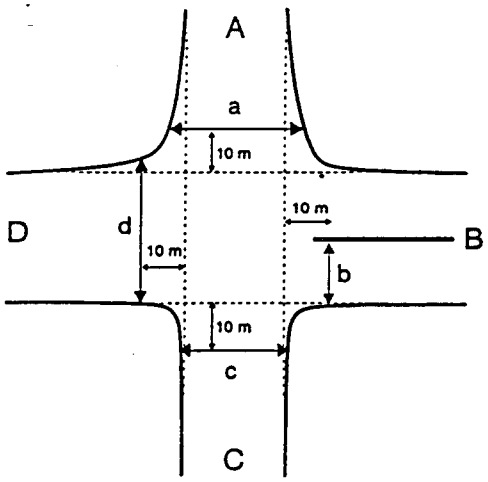
Lebar rata-rata pendekat minor dan utama (lebar masuk)

$W_{AC} = (a/2 + c/2)/2$ $W_{BD} = (b + d/2)/2$

Gambar B-1:1 Lebar rata-rata pendekat

b) Jumlah lajur

Jumlah lajur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama sebagai berikut. Tentukan jumlah lajur berdasarkan lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama dari Gambar B-1:2 di bawah, dan masukkan hasilnya dalam Kolom 9 dan 10.



Lebar rata-rata pendekat minor dan utama W_{AC}, W_{BD} (m)		Jumlah lajur (total untuk kedua arah)
$W_{BD} = (b+d/2)/2$	< 5,5	2
	≥ 5,5	4
$W_{AC} = (a/2+c/2)/2$	< 5,5	2
	≥ 5,5	4

Gambar B-1:2 Jumlah lajur dan lebar rata-rata pendekat minor dan utama

c) Tipe Simpang

Tipe simpang menentukan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan utama dan jalan minor pada simpang tersebut dengan kode tiga angka, lihat Tabel B-1:1. Jumlah lengan adalah jumlah lengan dengan lalu-lintas masuk atau keluar atau keduanya.
Masukkan hasil kode tipe simpang (IT) ke dalam Kolom 11.

Kode IT	Jumlah lengan simpang	Jumlah lajur jalan minor	Jumlah lajur jalan utama
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Tabel B-1:1 Kode tipe simpang

Dalam tabel di atas tidak terdapat simpang tak bersinyal yang kedua jalan utama dan jalan minornya mempunyai empat lajur, yaitu tipe simpang 344 dan 444, karena tipe simpang ini tidak dijumpai selama survei lapangan. Jika analisa kapasitas harus dikerjakan untuk simpang seperti ini, simpang tersebut dianggap sebagai 324 dan 424.

LANGKAH B-2: KAPASITAS DASAR

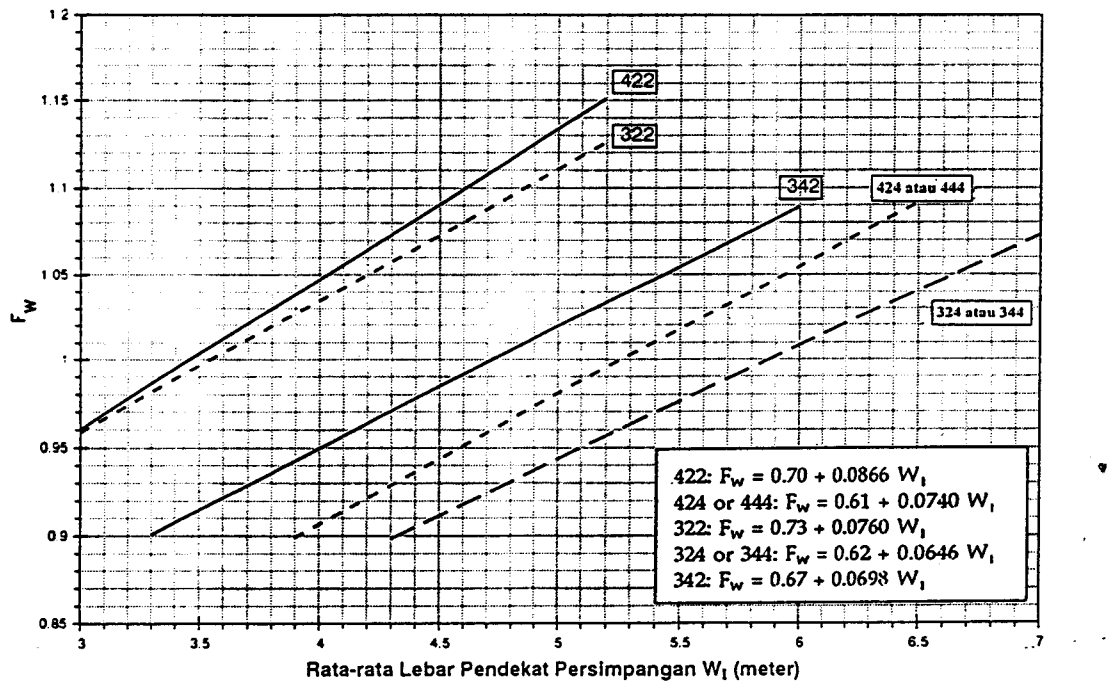
Nilai kapasitas dasar diambil dari Tabel B-2:1 dan dimasukkan dalam Kolom 20 pada Formulir USIG-II. Variabel masukan adalah tipe simpang IT. Lihat juga catatan di atas tentang tipe simpang 344 dan 444.

Tipe simpang IT	Kapasitas dasar (smp/jam)
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Tabel B-2:1 Kapasitas dasar menurut tipe simpang

LANGKAH C-3: FAKTOR PENYESUAIAN LEBAR PENDEKAT

Penyesuaian lebar pendekat, (F_W), diperoleh dari Gambar B-3:1, dan dimasukkan pada Kolom 21. Variabel masukan adalah lebar rata-rata semua pendekat W_I dan tipe simpang IT. Batas-nilai yang diberikan dalam gambar adalah rentang dasar empiris dari manual.



Gambar B-3:1 Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_W)

LANGKAH B-4: FAKTOR PENYESUAIAN MEDIAN JALAN UTAMA

Pertimbangan teknik lalu-lintas diperlukan untuk menentukan faktor median. Median disebut lebar jika kendaraan ringan standar dapat berlindung pada daerah median tanpa mengganggu arus berangkat pada jalan utama. Hal ini mungkin terjadi jika lebar median 3 m atau lebih. Pada beberapa keadaan, misalnya jika pendekat jalan utama lebar, hal ini mungkin terjadi jika median lebih sempit. Klasifikasi median yang berhubungan dengan hal ini dilakukan pada Langkah A-1 dan dimasukkan ke dalam Formulir USIG-I (di bawah sketsa geometrik).

Faktor penyesuaian median jalan utama diperoleh dengan menggunakan Tabel B-4:1 dan hasilnya dimasukkan dalam Kolom 22. Penyesuaian hanya digunakan untuk jalan utama dengan 4 lajur. Variabel masukan adalah tipe median jalan utama.

Uraian	Tipe M	Faktor penyesuaian median, (F_M)
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,00
Ada median jalan utama, lebar < 3 m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama, lebar ≥ 3 m	Lebar	1,20

Tabel B-4:1 Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M)

LANGKAH B-5: FAKTOR PENYESUAIAN UKURAN KOTA

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari Tabel B-5:1 dan hasilnya dimasukkan dalam Kolom 23. Variabel masukan adalah ukuran kota, CS.

Ukuran kota CS	Penduduk (Juta)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 - 0,5	0,88
Sedang	0,5 - 1,0	0,94
Besar	1,0 - 3,0	1,00
Sangat besar	> 3,0	1,05

Tabel B-5:1 Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})

LANGKAH B-6: FAKTOR PENYESUAIAN TIPE LINGKUNGAN JALAN, HAMBATAN SAMPING DAN KENDARAAN TAK BERMOTOR

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor, F_{RSU}, dihitung dengan menggunakan Tabel B-6:1 di bawah, dan hasilnya dicatat pada Kolom 24. Variabel masukan adalah tipe lingkungan jalan RE, kelas hambatan samping SF dan rasio kendaraan tak bermotor UM/MV (dari Formulir USIG-I, Baris 24, Kolom 12).

Kelas tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor p_{UM}					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial	tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	tinggi/sedang/rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Tabel B-6:1 Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

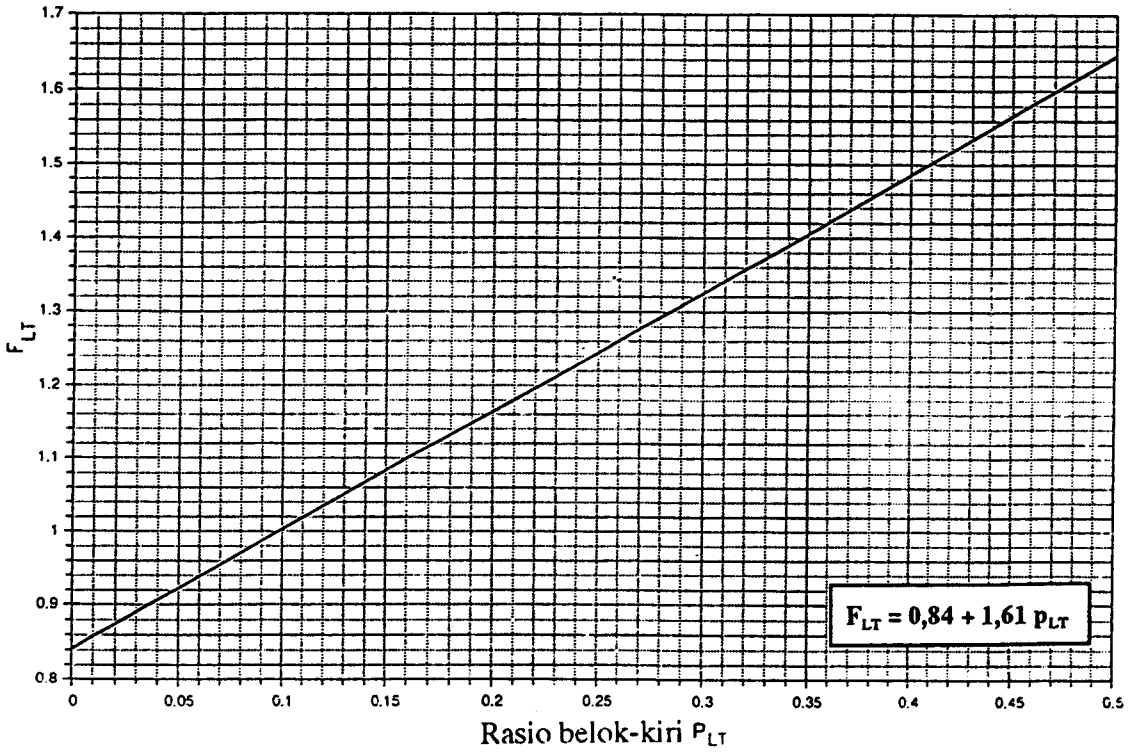
Tabel berdasarkan anggapan bahwa pengaruh kendaraan tak bermotor terhadap kapasitas adalah sama seperti kendaraan ringan, yaitu emp_{UM} =1,0. Persamaan berikut dapat digunakan jika pemakai mempunyai bukti bahwa $emp_{UM} \neq 1,0$, yang mungkin merupakan keadaan jika kendaraan tak bermotor tersebut terutama berupa sepeda.

$$F_{RSU}(p_{UM} \text{ sesungguhnya}) = F_{RSU}(p_{UM}=0) \times (1-p_{UM} \times emp_{UM})$$

LANGKAH B-7: FAKTOR PENYESUAIAN BELOK-KIRI

Faktor penyesuaian belok-kiri ditentukan dari Gambar B-7:1 di bawah.

Variabel masukan adalah belok-kiri, p_{LT} dari Formulir USIG-I Baris 20, Kolom 11. Batas-nilai yang diberikan untuk p_{LT} adalah rentang dasar empiris dari manual.



Gambar B-7:1 Faktor penyesuaian belok-kiri (F_{LT})

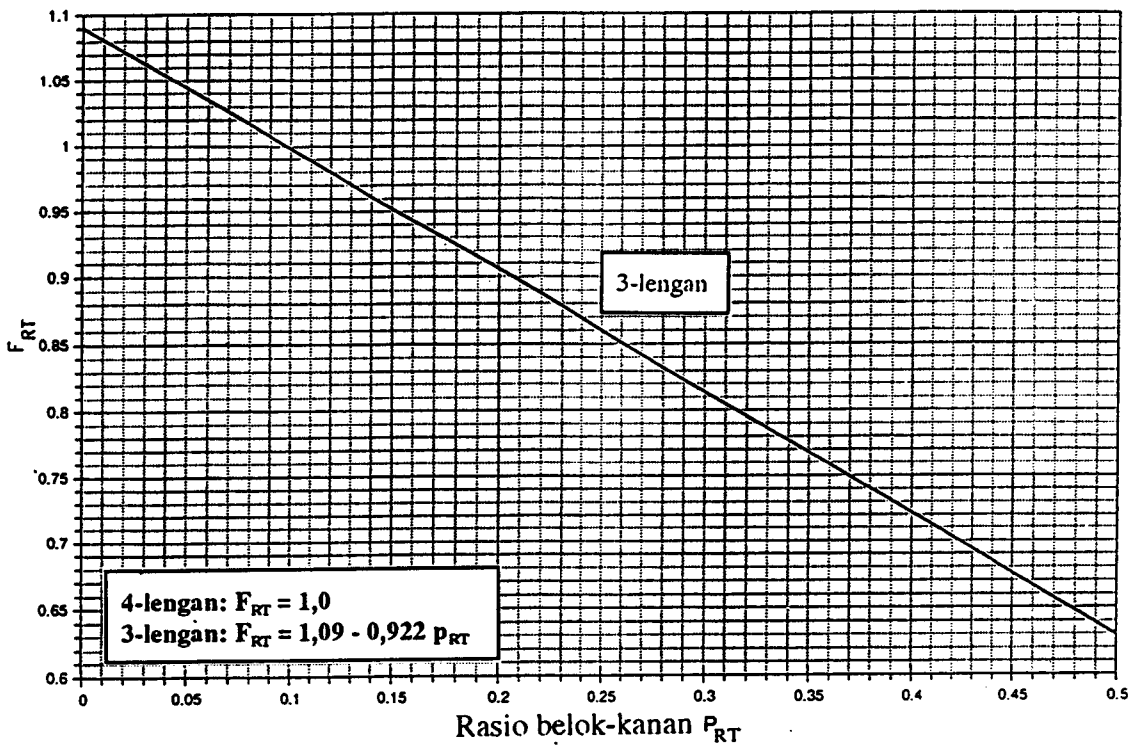
LANGKAH B-8: FAKTOR PENYESUAIAN BELOK-KANAN

Faktor penyesuaian belok-kanan ditentukan dari Gambar B-8:1 di bawah untuk simpang 3- lengan.

Variabel masukan adalah belok-kanan, p_{RT} dari Formulir USIG-I, Baris 22, Kolom 11.

Batas-nilai yang diberikan untuk p_{RT} pada gambar adalah rentang dasar empiris dari manual.

Untuk simpang 4-lengan $F_{RT} = 1,0$

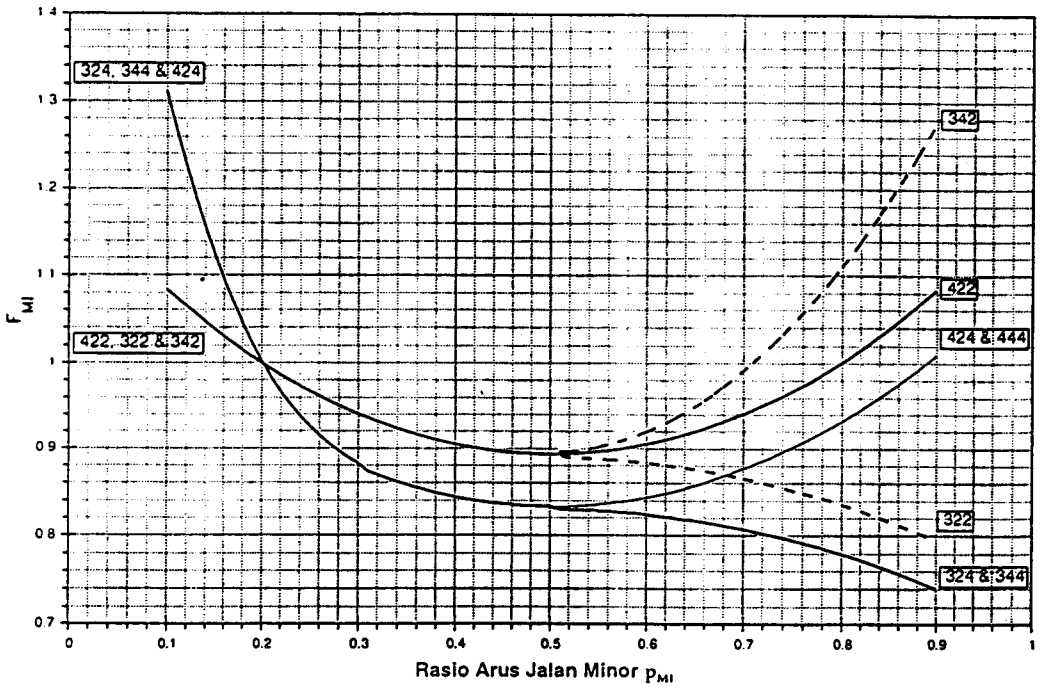


Gambar B-8:1 Faktor penyesuaian belok-kanan (F_{RT})

LANGKAH B-9: FAKTOR PENYESUAIAN RASIO ARUS JALAN MINOR

Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor ditentukan dari Gambar B-9:1 di bawah.

Variabel masukan adalah rasio arus jalan minor (p_{MI}, dari Formulir USIG-I Baris 24, Kolom 10) dan tipe simpang IT (USIG-II Kolom 11). Batas-nilai yang diberikan untuk p_{MI} pada gambar adalah rentang dasar empiris dari manual.



IT	F_{MI}	p_{MI}
422	$1{,}19 \times p_{MI}^2 - 1{,}19 \times p_{MI} + 1{,}19$	0,1 - 0,9
424	$16{,}6 \times p_{MI}^4 - 33{,}3 \times p_{MI}^3 + 25{,}3 \times p_{MI}^2 - 8{,}6 \times p_{MI} + 1{,}95$	0,1 - 0,3
444	$1{,}11 \times p_{MI}^2 - 1{,}11 \times p_{MI} + 1{,}11$	0,3 - 0,9
322	$1{,}19 \times p_{MI}^2 - 1{,}19 \times p_{MI} + 1{,}19$	0,1 - 0,5
	$-0{,}595 \times p_{MI}^2 + 0{,}595 \times p_{MI}^3 + 0{,}74$	0,5 - 0,9
342	$1{,}19 \times p_{MI}^2 - 1{,}19 \times p_{MI} + 1{,}19$	0,1 - 0,5
	$2{,}38 \times p_{MI}^2 - 2{,}38 \times p_{MI} + 1{,}49$	0,5 - 0,9
324	$16{,}6 \times p_{MI}^4 - 33{,}3 \times p_{MI}^3 + 25{,}3 \times p_{MI}^2 - 8{,}6 \times p_{MI} + 1{,}95$	0,1 - 0,3
344	$1{,}11 \times p_{MI}^2 - 1{,}11 \times p_{MI} + 1{,}11$	0,3 - 0,5
	$-0{,}555 \times p_{MI}^2 + 0{,}555 \times p_{MI} + 0{,}69$	0,5 - 0,9

Gambar B-9:1 Faktor penyesuaian arus jalan minor (F_{MI})

LANGKAH B-10: KAPASITAS

Kapasitas, dihitung dengan menggunakan rumus berikut, dimana berbagai faktornya telah dihitung di atas:

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \quad \text{(smp/jam)}$$

Hasilnya dimasukkan pada Kolom 28.

LANGKAH C: PERILAKU LALU LINTAS

LANGKAH C-1: DERAJAT KEJENUHAN

Derajat kejenuhan, dihitung dengan menggunakan rumus berikut. Hasilnya dicatat pada Kolom 31 Formulir USIG-II:

$DS = Q_{TOT}/C$,

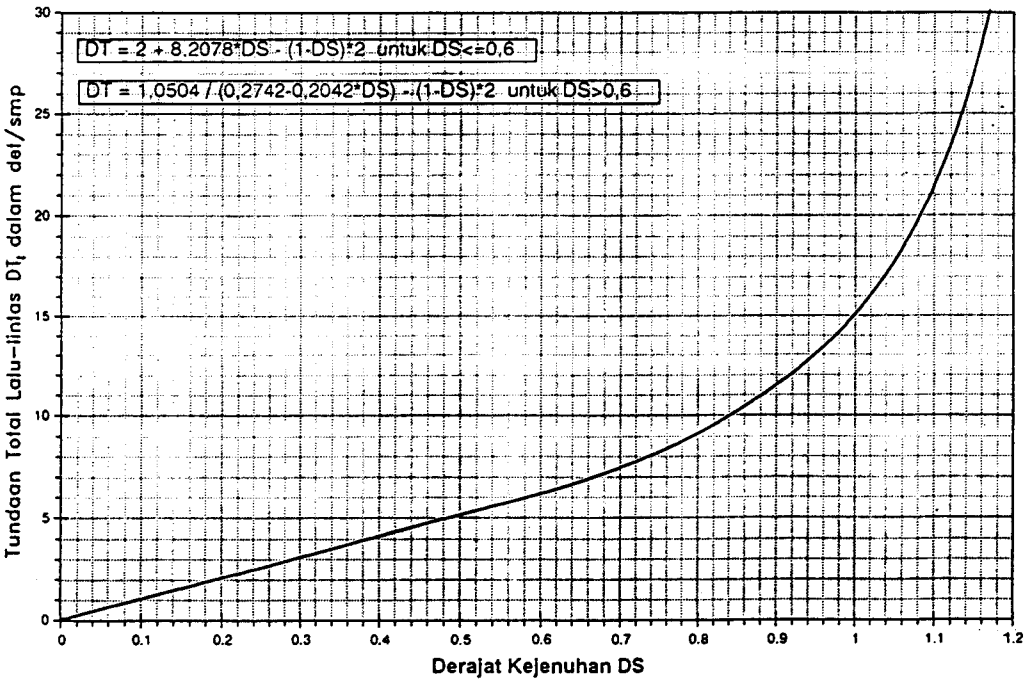
dimana:

Q_{TOT} Arus total (smp/jam) dari Formulir USIG-I, Baris 23, Kolom 10.
C Kapasitas dari Formulir USIG-II, Kolom 28.

LANGKAH C-2: TUNDAAN

1. Tundaan lalu-lintas simpang (DT_I)

Tundaan lalu-lintas simpang adalah tundaan lalu-lintas, rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. DT_I ditentukan dari kurva empiris antara DT_I dan DS, lihat Gambar C-2:1.



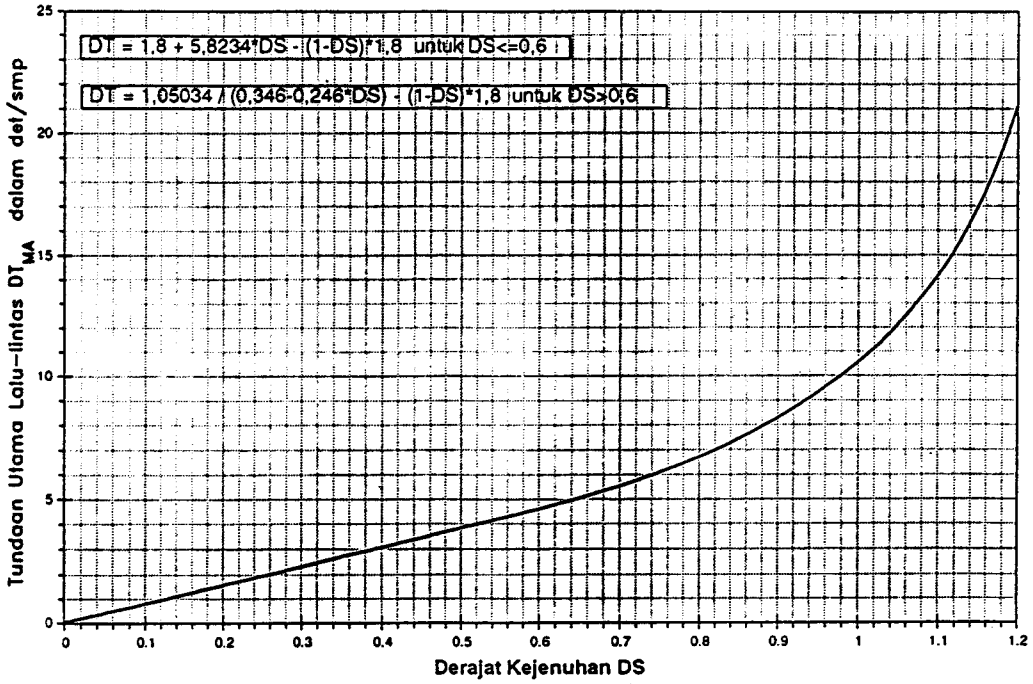
Gambar C-2:1 Tundaan lalu-lintas simpang VS Derajat kejenuhan

Variabel masukan adalah derajat kejenuhan dari formulir USIG-II, kolom 31.

Masukkan hasilnya dalam formulir USIG-II kolom. 32.

2. Tundaan lalu-lintas jalan-utama (DT_{MA})

Tundaan lalu-lintas jalan-utama adalah tundaan lalu-lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan-utama. DT_{MA} ditentukan dari kurva empiris antara DT_{MA} dan DS, lihat Gambar C-2:2.



Gambar C-2:2 Tundaan lalu-lintas jalan utama VS derajat kejenuhan

Variabel masukan adalah derajat kejenuhan dari formulir USIG-II, Kolom 31.

Masukkan hasilnya dalam formulir USIG-II, Kolom 33.

3. Penentuan tundaan lalu-lintas jalan minor (DT_{MI})

Tundaan lalu-lintas jalan minor rata-rata, ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata :

$$DT_{MI} = (Q_{TOT} \times DT_I - Q_{MA} \times DT_{MA})/Q_{MI}$$

Variabel masukan adalah arus total Q_{TOT} (smp/jam) dari formulir USIG-I kol.10 baris 23, tundaan lalu-lintas simpang DT_I dari formulir USIG-II kol. 32, Arus jalan utama Q_{MA} dari formulir USIG-I kol. 10 baris 19, tundaan lalu-lintas jalan utama DT_{MA} dari formulir USIG-II kol 33, dan arus jalan minor Q_{MI} dari formulir USIG-I kol. 10 baris 10.

Masukkan hasilnya dalam formulir USIG-II kolom 34.

4. Tundaan geometrik simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang. DG dihitung dari rumus berikut :

Untuk DS < 1,0 :

$$DG = (1-DS) \times (p_T \times 6 + (1-p_T) \times 3) + DS \times 4 \qquad \text{(det/smp)}$$

Untuk DS $\geq$ 1,0: DG = 4

dimana :
DG = Tundaan geometrik simpang
DS = Derajat kejenuhan (Form USIG-II Kolom 31)
p_T = Rasio belok total. (Form USIG-I Kolom 11, Baris 23.)

Masukkan hasilnya dalam formulir USIG-II kolom 35.

5. Tundaan simpang (D)

Tundaan simpang dihitung sebagai berikut :

$$D = DG + DT_I \qquad \text{(det/smp)}$$

dimana :
DG = Tundaan geometrik simpang (Form USIG-II, Kolom 35)
DT_I = Tundaan lalu-lintas simpang (Form USIG-II, Kolom 32)

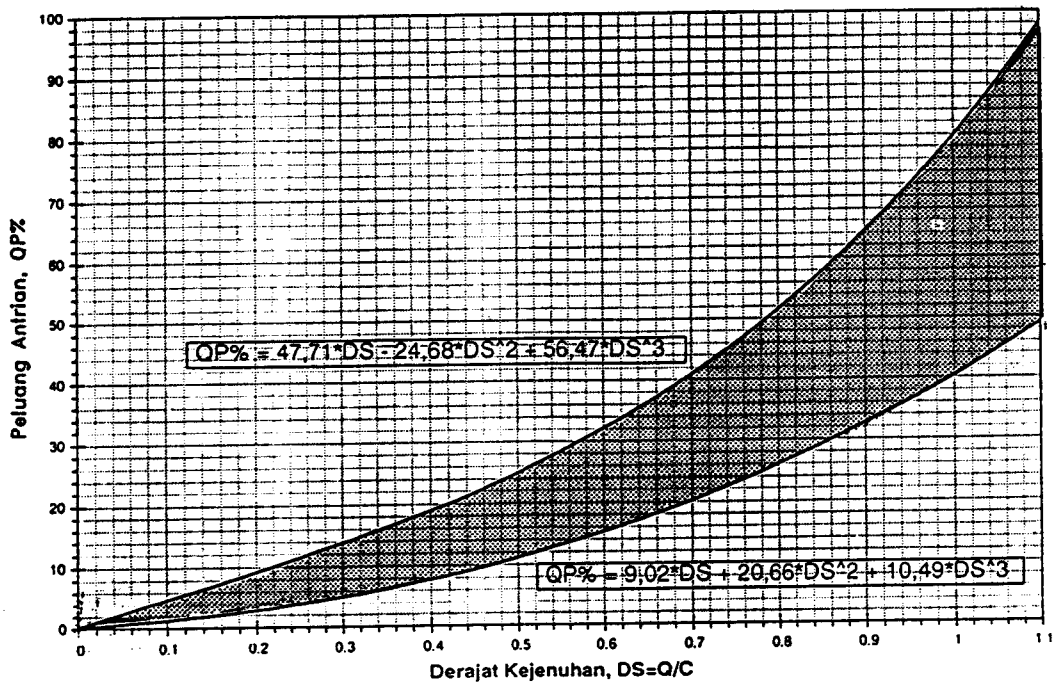
Masukkan hasilnya dalam Form USIG-II Kolom 36.

LANGKAH C-3: PELUANG ANTRIAN

Rentang-nilai peluang antrian ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan, lihat Gambar C-3:1

Variabel masukan adalah derajat kejenuhan dari LANGKAH C-1.

Hasilnya dicatat pada Formulir USIG-II, Kolom 35.



Gambar C-3:1 Rentang peluang antrian (QP%) terhadap derajat kejenuhan (DS)

LANGKAH C-4: PENILAIAN PERILAKU LALU-LINTAS

Manual ini terutama direncanakan untuk memperkirakan kapasitas dan perilaku lalu-lintas pada kondisi tertentu berkaitan dengan rencana geometrik jalan, lalu-lintas dan lingkungan. Karena hasilnya biasanya tidak dapat diperkirakan sebelumnya, mungkin diperlukan beberapa perbaikan dengan pengetahuan para ahli lalu-lintas, terutama kondisi geometrik, untuk memperoleh perilaku lalu-lintas yang diinginkan berkaitan dengan kapasitas dan tundaan dan sebagainya. Sasaran yang dipilih diisikan dalam Formulir USIG-II, Kolom 38.

Cara yang paling cepat untuk menilai hasil adalah dengan melihat derajat kejenuhan (DS) untuk kondisi yang diamati, dan membandingkannya dengan pertumbuhan lalu-lintas tahunan dan "umur" fungsional yang diinginkan dari simpang tersebut. Jika nilai DS yang diperoleh terlalu tinggi (> 0,75), pengguna manual mungkin ingin merubah anggapan yang berkaitan dengan lebar pendekat dan sebagainya, dan membuat perhitungan yang baru. Hal ini akan membutuhkan formulir yang baru dengan soal yang baru. Penilaian tentang perhitungan ini dimasukkan dalam Formulir USIG-II, Kolom 39.

---

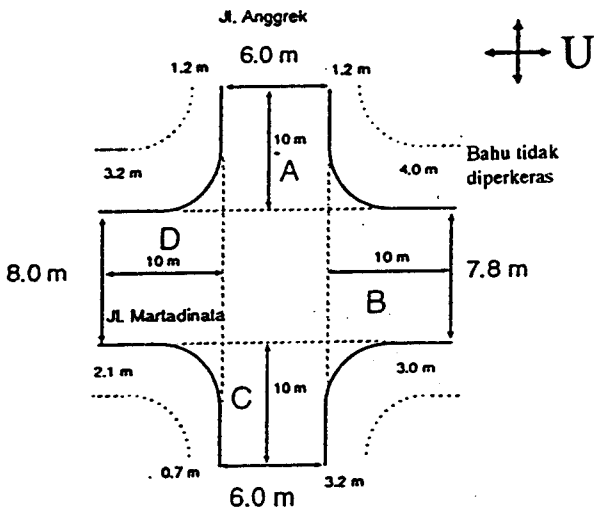
4. CONTOH PERHITUNGAN

4.1 CONTOH 1: Simpang tak bersinyal 4-lengan

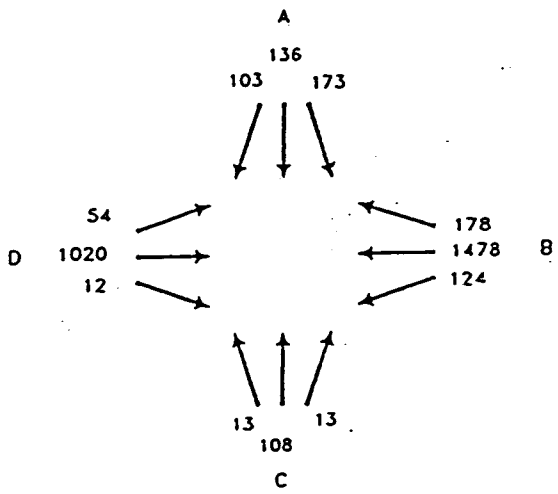
a) Tentukan kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian untuk simpang tak bersinyal antara Jalan Martadinata dan Jalan Anggrek dengan denah dan lalu-lintas seperti pada Gambar 4.1:1 di bawah. Situasi lalu-lintas pada periode 7-8 pagi tanggal 7 Juni 1991. Simpang ini terletak di kota Bandung (2 juta orang) pada daerah komersial dengan hambatan samping tinggi. Jalan Martadinata merupakan jalan utama.

b) Bila derajat kejenuhan lebih besar dari 0,85, usahakan untuk mengurangi nilai tersebut.

Geometri simpang



Arus lalu-lintas



Tipe kendaraan	Pendekat											
	C			D			A			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	9	73	9	37	705	7	102	80	60	78	925	111
HV	0	3	0	2	26	1	3	3	2	1	14	2
MC	4	32	4	15	289	4	68	53	41	45	539	65
UM	2	41	5	2	0	42	40	31	24	7	10	78

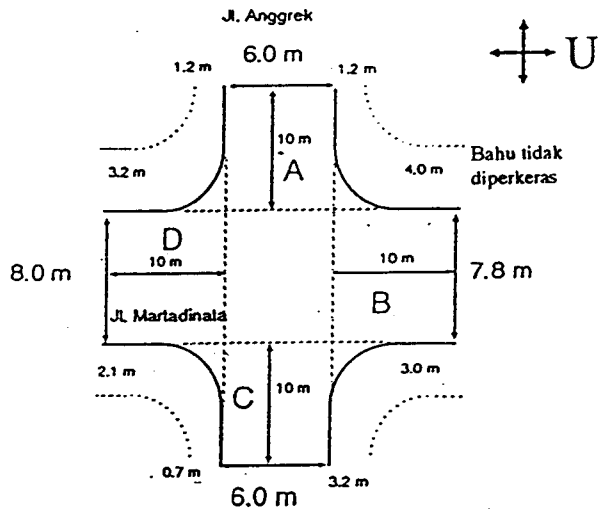
Gambar 4.1:1 Contoh denah dan lalu-lintas

3860/chap3/forms/ex1-1
25 April 1995/KLB rev. 13 June 96/PHT

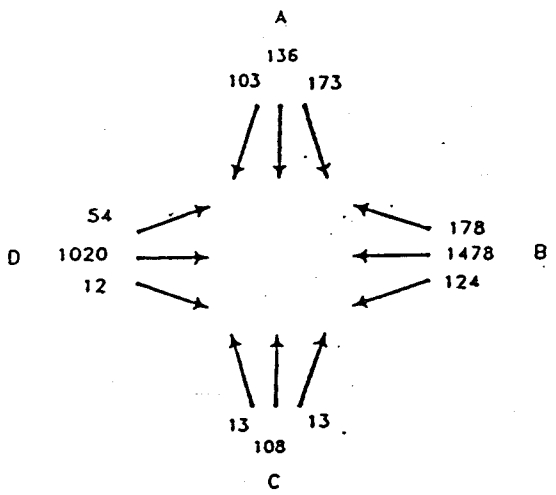
Formulir USIG-I

SIMPANG TAK BERSINYAL	Tanggal:	*07 Januari 1996*	Ditangani oleh: *PHT*
FORMULIR USIG-I:	Kota:	*Bandung*	Propinsi: *Jawa Barat*
- GEOMETRI	Jalan utama:	*Jl. Martadinata*	
- ARUS LALU LINTAS	Jalan minor:	*Jl. Anggrek*	
	Soal:	*Contoh*	Periode: *07:00-08:00 Pagi*

Geometri simpang



Arus lalu lintas



Median jalan utama	L

1	KOMPOSISI LALU LINTAS		LV% :		HV% :		MC% :		Faktor-smp		Faktor-k		
	ARUS LALU LINTAS	Arah	Kendaraan ringan LV		Kendaraan berat HV		Sepeda motor MC		Kendaraan bermotor total MV			Kend. tak bermotor UM kend/jam	
	Pendekat		kend/jam	emp=1,0 smp/jam	kend/jam	emp=1,3 smp/jam	kend/jam	emp=0,5 smp/jam	kend/jam	smp/jam	Rasio belok		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	
2	Jl. Minor: A	LT	*102*	*102*	*3*	*4*	*68*	*34*	*173*	*140*	*0,42*	*40*	
3		ST	*80*	*80*	*3*	*4*	*53*	*27*	*136*	*111*		*31*	
4		RT	*60*	*60*	*2*	*3*	*41*	*21*	*103*	*84*	*0,25*	*24*	
5		Total	*242*	*242*	*8*	*11*	*162*	*82*	*412*	*335*		*95*	
6	Jl. Minor: C	LT	*9*	*9*	*0*	*0*	*4*	*2*	*13*	*11*	*0,10*	*2*	
7		ST	*73*	*73*	*3*	*4*	*32*	*16*	*108*	*93*		*41*	
8		RT	*9*	*9*	*0*	*0*	*4*	*2*	*13*	*11*	*0,10*		
9		Total	*91*	*91*	*3*	*4*	*40*	*20*	*134*	*115*		*48*	
10	Jl. Minor total A+C		*333*	*333*	*11*	*15*	*202*	*102*	*546*	*450*		*143*	
11	Jl. Utama: B	LT	*78*	*78*	*1*	*1*	*45*	*23*	*124*	*102*	*0,07*	*7*	
12		ST	*925*	*925*	*14*	*18*	*539*	*270*	*1478*	*1213*		*10*	
13		RT	*111*	*111*	*2*	*3*	*65*	*33*	*178*	*147*	*0,10*	*78*	
14		Total	*1114*	*1114*	*17*	*22*	*649*	*326*	*1780*	*1462*		*95*	
15	Jl. Utama: D	LT	*37*	*37*	*2*	*3*	*15*	*8*	*54*	*48*	*0,05*	*2*	
16		ST	*705*	*705*	*26*	*34*	*289*	*145*	*1020*	*884*		*0*	
17		RT	*7*	*7*	*1*	*1*	*4*	*2*	*12*	*10*	*0,01*	*42*	
18		Total	*749*	*749*	*29*	*38*	*308*	*155*	*1086*	*942*		*44*	
19	Jl. Utama total B+D		*1863*	*1863*	*46*	*60*	*957*	*481*	*2866*	*2404*		*139*	
20	Utama+minor	LT	*226*	*226*	*6*	*8*	*132*	*67*	*364*	*301*	*0,11*	*51*	
21		ST	*1783*	*1783*	*46*	*60*	*913*	*458*	*2742*	*2301*		*82*	
22		RT	*187*	*187*	*5*	*7*	*114*	*58*	*306*	*252*	*0,09*	*149*	
23	Utama+minor total		*2196*	*2196*	*57*	*75*	*1159*	*583*	*3412*	*2854*	*0,20*	*282*	
24					Rasio Jl.Minor / (Jl.Utama+minor) total					*0,158*	UM/MV :	*0,08*	

3660/CHAP3/EXAMPLES/EX1-2.wq!
rev. 30/4/96/PHT\8/11/96/BH

Formulir USIG-II

SIMPANG TAK BERSINYAL FORMULIR USIG-II: - ANALISA	Tanggal: *07 Januari 1996*	Ditangani oleh: *PHT*
	Kota: *Bandung*	Ukuran kota: *2 J Orang*
	Jalan utama: *Jl. Martadinata*	Linkungan jalan: *Kom.*
	Jalan minor: *Jl. Anggrek*	Hambatan samping: *Tinggi*
	Soal: *Contoh*	Periode: *07.00-08.00 Pagi*

1. Lebar pendekat dan tipe simpang

Pilihan	Jumlah lengan simpang	Lebar pendekat (m)							Jumlah lajur Gambar B-1:2		Tipe simpang
		Jalam minor			Jalan utama			Lebar pendekat rata-rata W_I	Jalan minor	Jalan utama	Tbl. B-1:1
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	4	3,00	3,00	3,00	3,90	4,00	3,95	3,48	2	2	422
2	4	3,00	3,00	3,00	3,90	4,00	3,95	3,48	2	2	422
3	4	3,00	3,00	3,00	6,00	6,00	6,00	4,50	2	4	424
4	4	3,00	3,00	3,00	6,00	6,00	6,00	4,50	2	4	424
5	4	3,50	7,00	5,25	6,00	6,00	6,00	5,63	2	4	424

2. Kapasitas

Pilihan	Kapasitas Dasar C_o smp/jam Tbl. B-2:1 (20)	Faktor penyesuaian kapasitas (F)							Kapasitas (C) smp/jam (28)
		Lebar pendekat rata-rata F_W Gbr. B-3:1 (21)	Median jalan utama F_M Tbl. B-4:1 (22)	Ukuran kota F_{CS} Tbl. B-5:1 (23)	Hambatan samping F_{RSU} Tbl. B-6:1 (24)	Belok kiri F_{LT} Gbr. B-7:1 (25)	Belok kanan F_{RT} Gbr. B-8:1 (26)	Rasio minor/ total F_{MI} Gbr. B-9:1 (27)	
1	2900	1,001	1,0	1,00	0,854	1,017	1,00	1,032	2602
2	2900	1,001	1,0	1,00	0,874	1,017	1,00	1,032	2663
3	3400	0,943	1,0	1,00	0,854	1,017	1,00	1,102	3069
4	3400	0,943	1,0	1,00	0,874	1,017	1,00	1,102	3141
5	3400	1,027	1,0	1,00	0,874	1,017	1,00	1,102	3420

3. Perilaku lalu-lintas

Pilihan	Arus lalu-lintas (Q) smp/jam USIG-1 Brs. 23-Kol 10 (30)	Derajat kejenuhan (DS) (30)/(28) (31)	Tundaan lalu-lintas simpang DT_I Gbr. C-2:1 (32)	Tundaan lalu-lintas Jl.Utama D_{MA} Gbr. C-2:2 (33)	Tundaan lalu-lintas Jl. Minor D_{MI} (34)	Tundaan geometrik simpang (DG) (35)	Tundaan simpang (D) (32)+(35) (36)	Peluang antrian (QP %) Gbr. C-3:1 (37)	Sasaran (38)
1	2854	1,097	21,12	13,97	59,32	4,00	25,12	49-97	DS > 0,85
2	2854	1,072	19,14	12,89	52,53	4,00	23,14	46-92	DS > 0,85
3	2854	0,930	12,32	8,83	30,96	3,97	16,29	35-68	DS > 0,85
4	2854	0,909	11,68	8,42	29,10	3,96	15,64	33-65	DS > 0,85
5	2854	0,835	9,80	7,17	23,85	3,93	13,73	28-56	DS < 0,85

Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (39)

PLH-1 *Kondisi awal, DS sangat tinggi*

PLH-2 *Menghilangkan hambatan samping dari tinggi menjadi rendah, mis: dengan pemasangan rambu larangan berhenti di sekitar simpang, DS masih sangat tinggi*

PLH-3 *Pelebaran pendekat jalan utama menjadi 6 m, DS menjadi kurang dari 1 tetapi DS masih sangat tinggi*

PLH-4 *Penggabungan PLH-2 dan PLH-3, DS sangat tinggi*

PLH-5 *Penggabungan dari PLH-4, pelebaran pendekat jalan minor C menjadi 3,5 m dan pengaturan arus satu arah pada jalan minor (semua arus lurus dari Pendekat A belok ke kiri), memenuhi sasaran*

Penyelesaian:

a) Hasil perhitungan adalah sebagai berikut dan juga ditunjukkan pada Formulir USIG-I dan USIG-II (alternatif 1).
Kapasitas: 2602 smp/jam
Derajat kejenuhan: 1,097
Tundaan total rata-rata: 21,12 det/smp
Tundaan rata-rata jalan utama: 13,97 det/smp
Tundaan rata-rata jalan minor: 59,32 det/smp
Tundaan geometrik simpang: 4,00 det/smp
Tundaan simpang: 25,12 det/smp
Peluang antrian: 49 - 97%

b) Alternatif 2:
Dengan anggapan bahwa hambatan samping di simpang tersebut menjadi rendah setelah dipasang rambu larangan berhenti, maka kapasitas simpang tersebut menjadi 2663 smp/jam dan derajat kejenuhan menjadi 1,072 (lihat Formulir USIG-II).

Alternatif 3:
Kapasitas simpang meningkat menjadi 3069 smp/jam, setelah pelebaran pendekat jalan utama dari 3,9-4,0 m menjadi 6,0 m. Derajat kejenuhan (0,930) masih lebih besar dari 0,85 (lihat Formulir USIG-II).

Alternatif 4:
Penggabungan dari Pilihan 1 dan Pilihan 2: menghilangkan hambatan samping dan pelebaran pendekat jalan utama, akan mengakibatkan derajat kejenuhan menjadi 0,909 (lihat Formulir USIG-II).

Alternatif 5:
Alternatif 5 terdiri dari:
- pelebaran pendekat jalan utama menjadi 6,0 dan pendekat jalan minor menjadi sebesar 3,5 m
- menghilangkan hambatan samping, dan
- pengaturan jalan searah pada jalan minor (Pendekat C hanya merupakan jalan keluar, dan dianggap bahwa arus lurus dari Pendekat A berubah belok ke kiri).

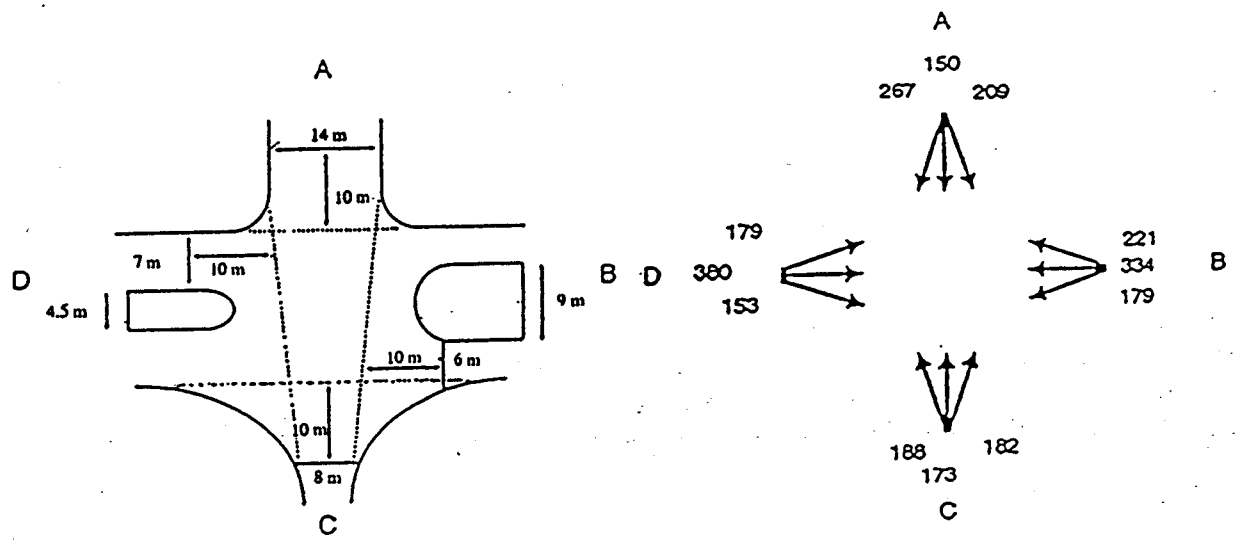
Kapasitas dan derajat kejenuhan simpang ini masing-masing menjadi 3420 smp/jam dan 0,835 (lihat Formulir USIG-II).

Catatan:

Derajat kejenuhan simpang tak bersinyal dapat dikurangi dengan menaikkan kapasitas simpangnya.

4.2 CONTOH-2: SIMPANG TAK BERSINYAL 4-LENGAN

Tentukan kapasitas, tundaan total rata-rata dan peluang antrian untuk simpang tak bersinyal antara Jalan BD dan Jalan AC dengan denah dan lalu-lintas seperti pada Gambar 4:2 di bawah. Situasi lalu-lintas pada jam 7 - 8 pagi tanggal 28 Mei 1992. Simpang ini terletak di kota Z (2,5 juta orang) pada daerah komersial dengan hambatan samping tinggi. Jalan BD merupakan jalan utama.



Tipe Kendaraan	Pendekat											
	A			B			C			D		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	125	90	160	107	200	133	113	104	109	107	228	92
HV	13	9	16	11	20	13	11	10	11	11	23	9
MC	71	51	91	61	114	75	64	59	62	61	129	52
UM	17	12	21	14	27	18	15	14	14	14	30	12

Gambar 4:2 Contoh denah dan lalu-lintas

Penyelesaian:

Kapasitas: 4022 smp/jam
Tundaan total rata-rata: 9,99 det/smp
Peluang antrian: 13-28%

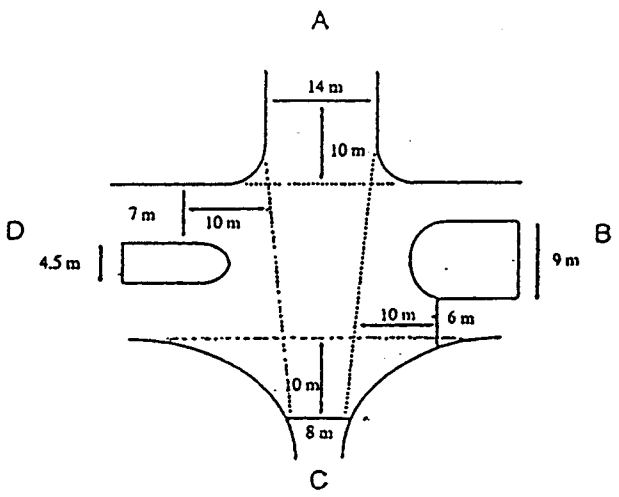
(Lihat Formulir USIG-I dan USIG-II yang telah diisi pada halaman berikut untuk perhitungan yang lebih rinci).

3860/chap3/forms/ex2-1
25 April 1995/KLB rev. 13 June 96/PHT

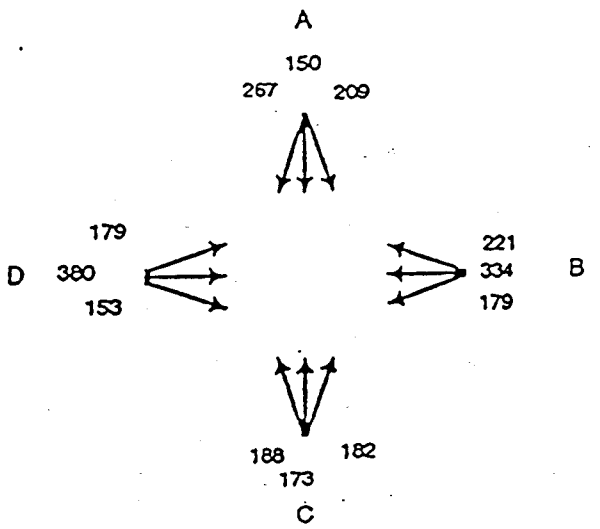
Formulir USIG-I

SIMPANG TAK BERSINYAL	Tanggal:	*07 Januari 1996*	Ditangani oleh: *PHT*
FORMULIR USIG-I:	Kota:	*Z*	Propinsi: *P*
- GEOMETRI	Jalan utama:	*Jl. BD*	
- ARUS LALU LINTAS	Jalan minor:	*Jl. AC*	
	Soal:	*Contoh*	Periode: *07:00-08:00 Pagi*

Geometri simpang



Arus lalu lintas



Median jalan utama	L

1	KOMPOSISI LALU LINTAS		LV% :		HV% :		MC% :		Faktor-smp		Faktor-k	
	ARUS LALU LINTAS	Arah	Kendaraan ringan LV		Kendaraan berat HV		Sepeda motor MC		Kendaraan bermotor total MV			Kend. tak bermotor UM kend/jam
	Pendekat		kend/jam	emp=1,0 smp/jam	kend/jam	emp=1,3 smp/jam	kend/jam	emp=0,5 smp/jam	kend/jam	smp/jam	Rasio belok	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
2	Jl. Minor: A	LT	*125*	*125*	*13*	*17*	*71*	*36*	*209*	*178*	*0,33*	*17*
3		ST	*90*	*90*	*9*	*12*	*51*	*26*	*150*	*128*		*12*
4		RT	*160*	*160*	*16*	*21*	*91*	*46*	*267*	*227*	*0,43*	*21*
5		Total	*375*	*375*	*38*	*50*	*213*	*108*	*626*	*533*		*50*
6	Jl. Minor: C	LT	*113*	*113*	*11*	*14*	*64*	*32*	*188*	*159*	*0,35*	*15*
7		ST	*104*	*104*	*10*	*13*	*59*	*30*	*173*	*147*		*14*
8		RT	*109*	*109*	*11*	*14*	*62*	*31*	*182*	*154*	*0,33*	*1*
9		Total	*326*	*326*	*32*	*41*	*185*	*93*	*543*	*460*		*43*
10	Jl. Minor total A+C		*701*	*701*	*70*	*91*	*398*	*201*	*1169*	*993*		*93*
11	Jl. Utama: B	LT	*107*	*107*	*11*	*14*	*61*	*31*	*179*	*152*	*0,24*	*14*
12		ST	*200*	*200*	*20*	*26*	*114*	*57*	*334*	*283*		*27*
13		RT	*133*	*133*	*13*	*17*	*75*	*38*	*221*	*188*	*0,30*	*18*
14		Total	*440*	*440*	*44*	*57*	*250*	*126*	*734*	*623*		*59*
15	Jl. Utama: D	LT	*107*	*107*	*11*	*14*	*61*	*31*	*179*	*152*	*0,25*	*14*
16		ST	*228*	*228*	*23*	*30*	*129*	*65*	*380*	*323*		*30*
17		RT	*92*	*92*	*9*	*12*	*52*	*26*	*153*	*130*	*0,21*	*12*
18		Total	*427*	*427*	*43*	*56*	*242*	*122*	*712*	*605*		*56*
19	Jl. Utama total B+D		*867*	*867*	*87*	*113*	*492*	*248*	*1446*	*1228*		*115*
20	Utama+minor	LT	*452*	*452*	*46*	*59*	*257*	*130*	*755*	*641*	*0,29*	*60*
21		ST	*622*	*622*	*62*	*81*	*353*	*178*	*1037*	*881*		*83*
22		RT	*494*	*494*	*49*	*64*	*280*	*141*	*823*	*699*	*0,31*	*65*
23	Utama+minor total		*1568*	*1568*	*157*	*204*	*890*	*449*	*2615*	*2221*	*0,60*	*208*
24					Rasio Jl.Minor / (Jl.Utama+minor) total					*0,447*	UM/MV :	*0,08*

Formulir USIG-II

SIMPANG TAK BERSINYAL FORMULIR USIG-II: - ANALISA	Tanggal: *07 Januari 1996*	Ditangani oleh: *PHT*
	Kota: *Z*	Ukuran kota: *2,5 J Orang*
	Jalan utama: *Jl. BD*	Linkungan jalan: *Kom.*
	Jalan minor: *Jl. AC*	Hambatan samping: *Tinggi*
	Soal: *Contoh*	Periode: *07.00-08.00 Pagi*

1. Lebar pendekat dan tipe simpang

Pilihan	Jumlah lengan simpang	Lebar pendekat (m)							Jumlah lajur Gambar B-1:2		Tipe simpang
		Jalam minor			Jalan utama			Lebar pendekat rata-rata W_I	Jalan minor	Jalan utama	
		W_A	W_C	W_{AC}	W_D	W_B	W_{BD}				Tbl. B-1:1
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	*4*	*7,00*	*4,00*	*5,50*	*6,00*	*7,00*	*6,50*	*6,00*	*4*	*4*	*444*

2. Kapasitas

Pilihan	Kapasitas Dasar C_O smp/jam Tbl. B-2:1 (20)	Faktor penyesuaian kapasitas (F)							Kapasitas (C) smp/jam (28)
		Lebar pendekat rata-rata F_W Gbr. B-3:1 (21)	Median jalan utama F_M Tbl. B-4:1 (22)	Ukuran kota F_{CS} Tbl. B-5:1 (23)	Hambatan samping F_{RSU} Tbl. B-6:1 (24)	Belok kiri F_{LT} Gbr. B-7:1 (25)	Belok kanan F_{RT} Gbr. B-8:1 (26)	Rasio minor/ total F_{MI} Gbr. B-9:1 (27)	
1	*3400*	*1,054*	*1,2*	*1,00*	*0,856*	*1,307*	*1,00*	*0,836*	*4022*

3. Perilaku lalu-lintas

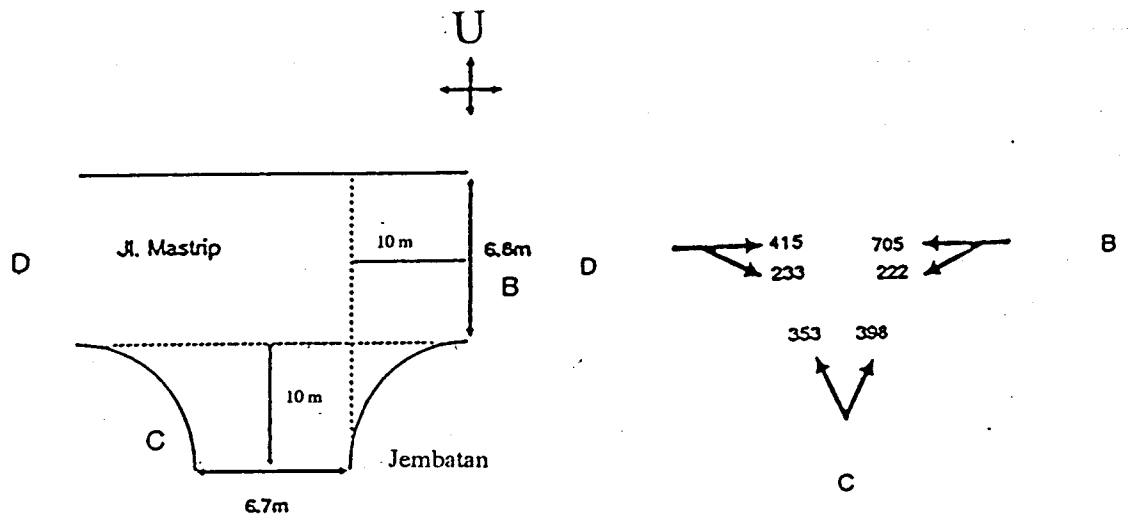
Pilihan	Arus lalu-lintas (Q) smp/jam USIG-1 Brs. 23-Kol 10 (30)	Derajat kejenuhan (DS) (30)/(28) (31)	Tundaan lalu-lintas simpang DT_I Gbr. C-2:1 (32)	Tundaan lalu-lintas Jl.Utama D_{MA} Gbr. C-2:2 (33)	Tundaan lalu-lintas Jl. Minor D_{MI} (34)	Tundaan geometrik simpang (DG) (35)	Tundaan simpang (D) (32)+(35) (36)	Peluang antrian (QP %) Gbr. C-3:1 (37)	Sasaran (38)
1	*2221*	0,552	*5,63*	*4,21*	*7,39*	4,36	*9,99*	*13-28*	

Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (39)

4.3 CONTOH 3: SIMPANG TAK BERSINYAL LENGAN-3

a) Hitung kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian untuk simpang tak bersinyal antara Jalan Mastrip dan Jembatan dengan denah dan lalu-lintas seperti pada Gambar 4.3:1 di bawah. Situasi lalu-lintas pada periode jam 7 - 8 AM tanggal 11 November 1991. Simpang ini terletak di kota SURABAYA pada daerah komersial dengan hambatan samping tinggi.

b) Rencanakan simpang ini untuk memenuhi sasaran derajat kejenuhan kurang dari 0,8.



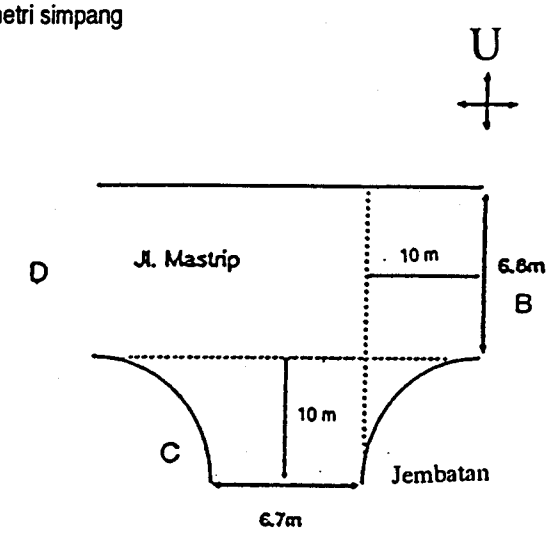
Tipe kendaraan	Pendekat								
	C			D			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	63		72		61	34	79	249	
HV	47		53		121	68	27	87	
MC	243		273		233	131	116	369	
UM	59		51		183	81	122	80	

Gambar 4.3:1 Contoh denah dan lalu-lintas

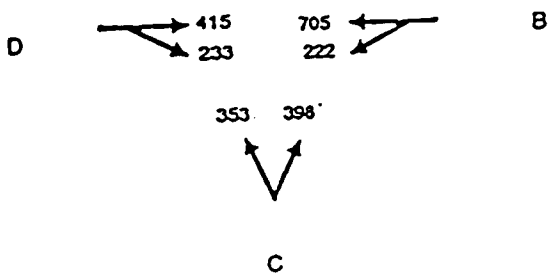
Formulir USIG-I

SIMPANG TAK BERSINYAL	Tanggal:	*11 Desember 1995*	Ditangani oleh:	*PHT*
FORMULIR USIG-I:	Kota:	*Surabaya*	Propinsi:	*Jawa Timur*
- GEOMETRI	Jalan utama:	*Jl. Mastrip*		
- ARUS LALU LINTAS	Jalan minor:	*Jembatan*		
	Soal:	*Contoh*	Periode:	*07:00-08:00 Pagi*

Geometri simpang



Arus lalu lintas



Median jalan utama	L

	KOMPOSISI LALU LINTAS		LV% :		HV% :		MC% :		Faktor-smp		Faktor-k	
	ARUS LALU LINTAS	Arah	Kendaraan ringan LV		Kendaraan berat HV		Sepeda motor MC		Kendaraan bermotor total MV			Kend. tak bermotor
	Pendekat		kend/jam	emp=1,0 smp/jam	kend/jam	emp=1,3 smp/jam	kend/jam	emp=0,5 smp/jam	kend/jam	smp/jam	Rasio belok	UM kend/jam
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
2	Jl. Minor: A	LT										
3		ST										
4		RT										
5		Total										
6	Jl. Minor: C	LT	*63*	*63*	*47*	*61*	*243*	*122*	*353*	*246*	*0,47*	*59*
7		ST										
8		RT	*72*	*72*	*53*	*69*	*273*	*137*	*398*	*278*	*0,53*	*51*
9		Total	*135*	*135*	*100*	*130*	*516*	*259*	*751*	*524*		*110*
10	Jl. Minor total A+C		*135*	*135*	*100*	*130*	*516*	*259*	*751*	*524*		*110*
11	Jl. Utama: B	LT	*79*	*79*	*27*	*35*	*116*	*58*	*222*	*172*	*0,24*	*122*
12		ST	*249*	*249*	*87*	*113*	*369*	*185*	*705*	*547*		*80*
13		RT										
14		Total	*328*	*328*	*114*	*148*	*485*	*243*	*927*	*719*		*202*
15	Jl. Utama: D	LT										
16		ST	*61*	*61*	*121*	*157*	*233*	*117*	*415*	*335*		*183*
17		RT	*34*	*34*	*68*	*88*	*131*	*66*	*233*	*188*	*0,36*	*81*
18		Total	*95*	*95*	*189*	*245*	*364*	*183*	*648*	*523*		*264*
19	Jl. Utama total B+D		*423*	*423*	*303*	*393*	*849*	*426*	*1575*	*1242*		*466*
20	Utama+minor	LT	*142*	*142*	*74*	*96*	*359*	*180*	*575*	*418*	*0,24*	*181*
21		ST	*310*	*310*	*208*	*270*	*602*	*302*	*1120*	*882*		*263*
22		RT	*106*	*106*	*121*	*157*	*404*	*203*	*631*	*466*	*0,26*	*132*
23	Utama+minor total		*558*	*558*	*403*	*523*	*1365*	*685*	*2326*	*1766*	*0,50*	*576*
24					Rasio Jl.Minor / (Jl.Utama+minor) total					*0,297*	UM/MV :	*0,248*

Formulir USIG-II

SIMPANG TAK BERSINYAL	Tanggal: *11 Desember 1995*	Ditangani oleh: *PHT*
FORMULIR USIG-II:	Kota: *Surabaya*	Ukuran kota: *2,5 J Orang*
- ANALISA	Jalan utama: *Jl. Mastrip*	Linkungan jalan: *Kom.*
	Jalan minor: *Jembatan*	Hambatan samping: *Tinggi*
	Soal: *Contoh*	Periode: *07.00-08.00 Pagi*

1. Lebar pendekat dan tipe simpang

Pilihan	Jumlah lengan simpang	Lebar pendekat (m)							Jumlah lajur Gambar B-1:2		Tipe simpang
		Jalam minor			Jalan utama			Lebar pendekat rata-rata W_I	Jalan minor	Jalan utama	Tbl. B-1:1
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	*3*		*3,35*	*3,34*	*3,40*	*3,40*	*3,40*	*0,38*	*2*	*2*	*322*
2	*3*		*3,35*	*3,35*	*3,40*	*3,40*	*3,40*	*3,38*	*2*	*2*	*322*

2. Kapasitas

Pilihan	Kapasitas Dasar C_o smp/jam Tbl. B-2:1 (20)	Faktor penyesuaian kapasitas (F)							Kapasitas (C) smp/jam (28)
		Lebar pendekat rata-rata F_W Gbr. B-3:1 (21)	Median jalan utama F_M Tbl. B-4:1 (22)	Ukuran kota F_{CS} Tbl. B-5:1 (23)	Hambatan samping F_{RSU} Tbl. B-6:1 (24)	Belok kiri F_{LT} Gbr. B-7:1 (25)	Belok kanan F_{RT} Gbr. B-8:1 (26)	Rasio minor/ total F_{MI} Gbr. B-9:1 (27)	
1	*2700*	*0,987*	*1,0*	*1,00*	*0,702*	*1,226*	*0,850*	*0,942*	*1836*
2	*2700*	*0,987*	*1,0*	*1,00*	*0,702*	*1,468*	*0,989*	*0,942*	*2559*

3. Perilaku lalu-lintas

Pilihan	Arus lalu-lintas (Q) smp/jam USIG-1 Brs. 23-Kol 10 (30)	Derajat kejenuhan (DS) (30)/(28) (31)	Tundaan lalu-lintas simpang DT_I Gbr. C-2:1 (32)	Tundaan lalu-lintas Jl.Utama D_{MA} Gbr. C-2:2 (33)	Tundaan lalu-lintas Jl. Minor D_{MI} (34)	Tundaan geometrik simpang (DG) (35)	Tundaan simpang (D) (32)+(35) (36)	Peluang antrian (QP %) Gbr. C-3:1 (37)	Sasaran (38)
1	*1766*	*0,962*	*13,43*	*9,54*	*22,65*	*4,02*	*17,45*	*37-73*	
2	*1766*	*0,690*	*7,26*	*5,40*	*11,67*	*4,16*	*11,42*	*20-40*	*DS < 0,8*

Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (39)

PLH-1 *Pada kondisi yang ada, DS sangat tinggi*
PLH-2 *Pelarangan belok kanan untuk jalan minor, sasaran tercapai*

Penyelesaian:

a) Formulir USIG-I and USIG-II pada halaman sebelumnya menunjukkan hasil perhitungan. Ringkasannya sebagai berikut:
Kapasitas: 1836 smp/jam
Derajat kejenuhan: 0,962
Tundaan lalu-lintas simpang: 13,43 det/smp
Tundaan lalu-lintas jalan utama: 9,54 det/smp
Tundaan lalu-lintas jalan minor: 22,65 det/smp
Tundaan geometrik simpang: 4,02 det/smp
Tundaan simpang: 17,45 dt/smp
Peluang antrian: 37-73%

b) Dengan anggapan bahwa pengaturan larangan belok kanan pada jalan simpang akan menyebabkan seluruh kendaraan dari arah Jembatan akan belok ke arah kiri, maka kapasitas simpang menjadi 2559 smp/jam, dan derajat kejenuhan menjadi = 0,690 (lihat Formulir USIG-II).

4.4 CONTOH-4: PERANCANGAN TIPE SIMPANG

Tentukan tipe simpang 4-lengan yang sesuai berdasarkan analisa biaya siklus hidup (BSH) dan perilaku lalu-lintas untuk kondisi berikut:

Lalu-lintas: $LHRT_U$ = 12.940 kend/hari
$LHRT_S$ = 10.600 kend/hari
$LHRT_T$ = 9.700 kend/hari
$LHRT_B$ = 7.940 kend/hari

Lingkungan: Permukiman
Hambatan samping rendah
Ukuran kota 2 juta orang

Penyelesaian:

Arus lalu-lintas dalam LHRT diubah menjadi Arus jam rencana (D_{DH}) dengan faktor k pada tabel A-2:1.

$Q_{DH,U}$ = 12.940 × 0,085 = 1100 kend/jam
$Q_{DH,S}$ = 10.600 × 0,085 = 901 kend/jam
$Q_{DH,T}$ = 9.700 × 0,085 = 825 kend/jam
$Q_{DH,B}$ = 7.940 × 0,085 = 675 kend/jam

Arus jalan utama = 1100 + 901 = 2001 kend/jam
Arus jalan minor = 825 + 675 = 1500 kend/jam
Rasio belok LT/RT = 15/15 (dari Tabel A-2:3)
Pemisahan arah = 2001/1500 = 1,33

Berdasarkan tipe pilihan umum pada Gambar 5.2:2 Bab 1, simpang paling ekonomis untuk Arus 3501 kend/jam adalah bundaran atau simpang bersinyal.

Untuk memilih simpang berdasarkan perilaku lalu-lintas, umur rencana 10 tahun dan pertumbuhan lalu-lintas 6,5% (Bagian 5.2.1, Bab 1) dapat digunakan untuk mensesuaikan arus jalan utama tahun 10.

$$Q_{MA,10} = 2001 \times (1 + 0{,}065)^{10} = 3756 \text{ kend/jam}$$

Dari hasil diatas, simpang tak bersinyal tidak sesuai untuk BSH dan perilaku lalu-lintas seperti terlihat pada Gambar 2.3.3:1.

Bundaran yang sesuai adalah R 20-22, seperti terlihat pada Gambar 2.3.3:1 dan 3, Bab 4. Pada arus jalan utama tahun 1 dan 10, derajat kejenuhan masing-masing 0,4 dan 0,8.

Jika tidak cukup ruang untuk bundaran dan ada resiko penutupan jalan keluar akibat kemacetan, simpang bersinyal dapat dipilih. Simpang bersinyal tipe 433L secara ekonomis memadai seperti terlihat pada Gambar 2.3.3:1 Bab 2.

5. KEPUSTAKAAN

US1.	Dewanti	Crossing behaviour and gap acceptance at an unsignalised intersection in Bandung. Thesis, Institut Teknologi Bandung, 1992.
US2.	Jasin, D.	The capacity of some uncontrolled T-junctions. Thesis, Institut Teknologi Bandung, 1985
US3.	Transportation Research Board	Highway Capacity Manual. TRB Special Report 209, Washington D.C. USA 1985
US4.	Transportation Research Board	Highway Capacity Manual TRB Special Report 209, Washington D.C USA 1994
US5.	HCM Unsignalised intersection	Interim materials on unsignalised intersection capacity. Subcommittee Transportation Research Circular 373, July 1991.
US6.	FGSV	Merkblatt zur Berechnung der Leistungsfähigkeit von Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlagen (Guideline for calculation of capacity in unsignalised intersections (in German).
US7.	National Swedish Road Admin.	Swedish Capacity Manual - and introduction. Statens Vägverk (The National Swedish Road Administration) Internrapport 24, 1978.
US8.	Kimber & Coombe	The traffic capacity of major/minor priority junctions. TRRL Report SR 582, 1980.
US9.	Direktorat Jenderal Bina Marga	Standar Spesifikasi Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan. Departemen Pekerjaan Umum, 1992.
US10.	Brilon, W. (ed)	Intersections without Traffic Signals. Springer Verlag. 1988.
US11.	Brilon, W. (ed)	Intersections without Traffic Signals II, Springer Verlag. 1991.
US12.	Kimber & Hollis	Traffic queues and delays at road junctions. TRRL Laboratory Report 909. 1979.
US13.	Hoff & Overgaard, PT Multi Phi Beta	Road User Cost Model Directorate General of Highways, 1992
US14.	Bang, K-L. Bergh, T. Marler, N.W.	Indonesian Highway Capacity Manual Project, Final Technical Report Phase 1: Urban Traffic Facilities. Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia. Januari 1993.

US15. Bang, K-L, Lindberg, G. Schandersson, R. Indonesian Highway Capacity Manual Project. Final Technical Report Phase 3 Part A: Development of Capacity Analysis Software and Traffic Engineering Guidelines. Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia. April 1996.

US16. Bergh, T. Dardak, H. Capacity of Unsignalised Intersections and Weaving Areas in Indonesia. Proceedings of the Second International Symposium on Highway Capacity, Sydney, Australia 1994. Australian Road Research Board in cooperation with Transportation Research Board U.S.A. Committee A3A10.

US17. Bang, K-L. Harahap, G. Lindberg, G. Development of Life Cycle Cost Based Guidelines Replacing the Level of Service Concept in Capacity Analysis. Paper submitted for presentation at the annual meeting of Transportation Research Board, Washington D.C. Januari 1997.

Lampiran 3:1

3860/CHAP3/FORMS/USIG-1
15 April 1995/KLB rev. 13 June 96/PHT

Formulir USIG-I

SIMPANG TAK BERSINYAL	Tanggal:		Ditangani oleh:
FORMULIR USIG-I:	Kota:		Propinsi:
- GEOMETRI	Jalan utama:		
- ARUS LALU LINTAS	Jalan minor:		
	Soal:		Periode:

Geometri simpang	Arus lalu lintas

Median jalan utama	L

1	KOMPOSISI LALU LINTAS		LV% :		HV% :		MC% :		Faktor-smp		Faktor-k		
	ARUS LALU LINTAS Pendekat (1)	Arah (2)	Kendaraan ringan LV kend/jam (3)	emp=1,0 smp/jam (4)	Kendaraan berat HV kend/jam (5)	emp=1,3 smp/jam (6)	Sepeda motor MC kend/jam (7)	emp=0,5 smp/jam (8)	Kendaraan bermotor total MV kend/jam (9)	smp/jam (10)	Rasio belok (11)	Kend. tak bermotor UM kend/jam (12)	
2	Jl. Minor: A	LT											
3		ST											
4		RT											
5		Total											
6	Jl. Minor: C	LT											
7		ST											
8		RT											
9		Total											
10	Jl. Minor total A+C												
11	Jl. Utama: B	LT											
12		ST											
13		RT											
14		Total											
15	Jl. Utama: D	LT											
16		ST											
17		RT											
18		Total											
19	Jl. Utama total B+D												
20	Utama+minor	LT											
21		ST											
22		RT											
23	Utama+minor total												
24					Rasio Jl.Minor / (Jl.Utama+minor) total						UM/MV :		

3860/chap3/forms/usig-2
rev. 30/4/96/PHT\8/11/96/BH

Formulir USIG-II

SIMPANG TAK BERSINYAL	Tanggal:	Ditangani oleh:
FORMULIR USIG-II:	Kota:	Ukuran kota: Juta
- ANALISA	Jalan utama:	Linkungan jalan:
	Jalan minor:	Hambatan samping:
	Soal:	Periode:

1. Lebar pendekat dan tipe simpang

Pilihan	Jumlah lengan simpang	Lebar pendekat (m)							Jumlah lajur Gambar B-1:2		Tipe simpang
		Jalam minor			Jalan utama			Lebar pendekat rata-rata W_I	Jalan minor	Jalan utama	
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}				Tbl. B-1:1
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

2. Kapasitas

Pilihan	Kapasitas Dasar C_O smp/jam Tbl. B-2:1 (20)	Faktor penyesuaian kapasitas (F)							Kapasitas (C) smp/jam (28)
		Lebar pendekat rata-rata F_W Gbr. B-3:1 (21)	Median jalan utama F_M Tbl. B-4:1 (22)	Ukuran kota F_{CS} Tbl. B-5:1 (23)	Hambatan samping F_{RSU} Tbl. B-6:1 (24)	Belok kiri F_{LT} Gbr. B-7:1 (25)	Belok kanan F_{RT} Gbr. B-8:1 (26)	Rasio minor/ total F_{MI} Gbr. B-9:1 (27)	

3. Perilaku lalu lintas

Pilihan	Arus lalu-lintas (Q) smp/jam USIG-1 Brs. 23-Kol 10 (30)	Derajat kejenuhan (DS) (30)/(28) (31)	Tundaan lalu-lintas simpang DT_I Gbr. C-2:1 (32)	Tundaan lalu-lintas Jl.Utama D_{MA} Gbr. C-2:2 (33)	Tundaan lalu-lintas Jl. Minor D_{MI} (34)	Tundaan geometrik simpang (DG) (35)	Tundaan simpang (D) (32)+(35) (36)	Peluang antrian (QP %) Gbr. C-3:1 (37)	Sasaran (38)

Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (39)

BAB 4

BAGIAN JALINAN

DAFTAR ISI

1. **PENDAHULUAN** ..... 4 - 2

1.1 LINGKUP DAN TUJUAN ..... 4 - 2
1.2 DEFINISI DAN ISTILAH ..... 4 - 3

2. **METODOLOGI** ..... 4 - 8

2.1 PRINSIP UMUM ..... 4 - 8
2.2 PEDOMAN PENGGUNAAN ..... 4 - 11
2.3 PANDUAN REKAYASA LALU-LINTAS ..... 4 - 12
2.4 RINGKASAN PROSEDUR PERHITUNGAN ..... 4 - 20

3. **PROSEDUR PERHITUNGAN** ..... 4 - 22

LANGKAH A: DATA MASUKAN ..... 4 - 22
A-1: Kondisi geometrik ..... 4 - 22
A-2: Kondisi lalu-lintas ..... 4 - 23
A-3: Kondisi lingkungan ..... 4 - 28
LANGKAH B: KAPASITAS ..... 4 - 29
B-1: Parameter geometrik bagian jalinan ..... 4 - 30
B-2: Kapasitas dasar ..... 4 - 31
B-3: Faktor penyesuaian ukuran kota ..... 4 - 34
B-4: Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan dan hambatan samping ..... 4 - 34
B-5: Kapasitas ..... 4 - 35
LANGKAH C: PERILAKU LALU-LINTAS ..... 4 - 36
C-1: Derajat kejenuhan ..... 4 - 36
C-2: Tundaan - bagian jalinan bundaran ..... 4 - 37
C-3: Peluang antrian - bagian jalinan bundaran ..... 4 - 39
C-4: Kecepatan tempuh - bagian jalinan tunggal ..... 4 - 40
C-5: Waktu tempuh - bagian jalinan tunggal ..... 4 - 42
C-6: Penilaian perilaku lalu-lintas ..... 4 - 43

4. **CONTOH PERHITUNGAN** ..... 4 - 44

4.1 CONTOH-1: BAGIAN JALINAN BUNDARAN ..... 4 - 44
4.2 CONTOH-2: BAGIAN JALINAN TUNGGAL ..... 4 - 48
4.3 CONTOH-3: PERANCANGAN BUNDARAN ..... 4 - 51

5. **KEPUSTAKAAN** ..... 4 - 52

Lampiran 4:1 Formulir perhitungan ..... 4 - 54

1. PENDAHULUAN

1.1 LINGKUP DAN TUJUAN

Bab ini berhubungan dengan bagian jalinan, yang secara formil dikendalikan dengan aturan lalu-lintas Indonesia yaitu memberi jalan kepada yang kiri. Bagian jalinan dibagi dua tipe utama yaitu bagian jalinan tunggal dan bagian jalinan bundaran. Bundaran dianggap sebagai beberapa bagian jalinan bundaran yang berurutan.

Ukuran kinerja yang dicatat pada Tabel 1.1:1 dapat diperkirakan untuk kondisi geometrik, lingkungan dan lalu-lintas tertentu dengan metode yang diuraikan. Ukuran ini didefinisikan pada Bab 1 Bagian 4 "Definisi umum dan Istilah".

Ukuran kinerja	Tipe bagian jalinan	
	Tunggal	Bundaran
Kapasitas	ya	ya
Derajat kejenuhan	ya	ya
Tundaan	tidak	ya
Peluang Antri	tidak	ya
Kecepatan tempuh	ya	tidak
Waktu tempuh	ya	tidak

Tabel 1.1:1 Ukuran kinerja

Metode pada dasarnya empiris dan oleh karenanya harus digunakan dengan hati-hati dan dengan pertimbangan teknik lalu-lintas yang matang apabila digunakan di luar rentang variasi untuk variabel data empiris yang ditunjukkan dalam Tabel 1.1:2. Metode ini menganggap alinyemen datar.

Variabel	Bundaran			Tunggal		
	Min.	Rata-2	Maks.	Min.	Rata-2	Maks.
Lebar pendekat	6	9	11	8	9,6	11
Lebar jalinan	9	12,6	20	8	11,5	20
Panjang jalinan	21	33,9	50	50	96	183
Lebar/panjang	0,22	0,43	0,80	0,06	0,13	0,20
Rasio jalinan	0,32	0,76	0,94	0,32	0,74	0,95
%-kendaraan ringan	35	60	75	49	63	81
%-kendaraan berat	0	2	3	0	3	13
%-sepeda motor	20	33	55	16	32	45
Rasio kendaraan tak bermotor	0,01	0,05	0,18	0	0,02	0,06

Tabel 1.1:2 Rentang variasi data empiris untuk variabel masukan

Metode ini menerangkan pengaruh rata-rata dari kondisi masukan yang diasumsikan. Penerapan dalam rentang keadaan darimana metode diturunkan, kesalahan perkiraan kapasitas biasanya kurang dari ± 15%. Pada keadaan tertentu pengaruh salah satu variabel atau lebih mungkin sangat berbeda dari perkiraan model. Variabel lain juga ada yang mungkin penting bagi kapasitas.

Metode ini berlaku untuk derajat kejenuhan lebih kecil dari 0,8 - 0,9. Pada arus lalu-lintas yang lebih tinggi perilaku lalu-lintas menjadi lebih agresif dan ada risiko besar bahwa bagian jalinan tersebut akan terhalang oleh para pengemudi yang berebut masuk ruang terbatas pada area konflik.

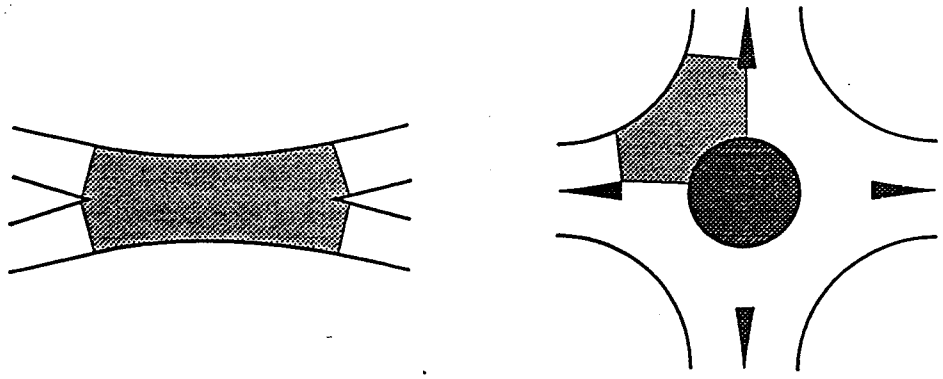
Metode ini diturunkan dari lokasi, yang beroperasi dengan perilaku lalu-lintas Indonesia umumnya pada tahun 1991-1992. Jika perilaku ini berubah, misalnya melalui penerapan rencana pengaturan lalu-lintas di bagian jalinan, atau melalui penegakan hak jalan dari kiri oleh polisi, maka metode ini akan menjadi kurang sesuai.

1.2 DEFINISI DAN ISTILAH

Notasi, istilah dan definisi khusus untuk bagian jalinan dicantumkan di bawah. Definisi umum, seperti ukuran kinerja, diberikan pada Bab 1, Bagian 4.

Kondisi geometrik

Notasi	Istilah	Definisi
	BAGIAN JALINAN BUNDARAN	Bagian jalinan pada bundaran.
	BAGIAN JALINAN TUNGGAL	Bagian jalinan jalan antara dua gerakan lalu-lintas yang menyatu dan memencar.



Bagian jalinan tunggal Bagian jalinan bundaran

Gambar 1.2:1 Tipe dan ukuran bagian jalinan

	PENDEKAT	Daerah masuk kendaraan ke bagian jalinan.
	KELUAR	Daerah keluar kendaraan dari bagian jalinan. Pada bagian jalinan tunggal pendekat diberi notasi A dan D, daerah keluar B dan C searah jarum jam. Pada bundaran, pendekat diberi notasi A, B, C dan D, searah jarum jam.
W_x	LEBAR MASUK	Lebar jalur lalu-lintas dari pendekat (diukur pada bagian tersempit) yang digunakan oleh lalu-lintas yang bergerak. X menyatakan nama pendekat.. Lebar fisik masing-masing sisi dengan banyak parkir, sebaiknya dikurangi 2 m.
W_E	LEBAR MASUK RATA-RATA (m)	Lebar rata-rata pendekat ke bagian jalinan. Lihat Gambar A-1:1.
W_W	LEBAR JALINAN (m)	Lebar efektif bagian jalinan (pada bagian tersempit). Lebar masing-masing sisi dengan banyak parkir sebaiknya dikurangi 2 m. Lihat Gambar A-1:1.
L_W	PANJANG JALINAN (m)	Panjang jalinan efektif untuk bagian jalinan. Lihat Gambar A-1:1.

Kondisi lingkungan — Lihat definisi pada Bab 1, Bagian 4

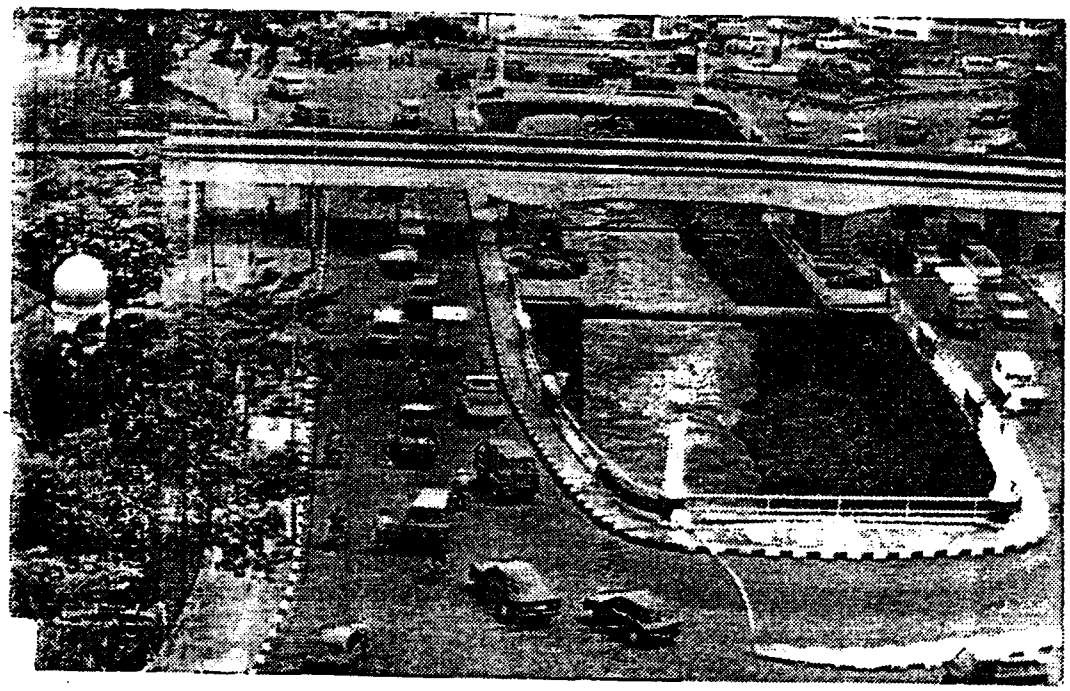
Kondisi lalu-lintas

LT	BELOK KIRI	Indeks untuk lalu-lintas belok kiri.
ST	LURUS	Indeks untuk lalu-lintas lurus.
RT	BELOK KANAN	Indeks untuk lalu-lintas belok kanan.
UT	BELOK U	Indeks untuk lalu-lintas belok U.
W	JALINAN	Indeks untuk lalu-lintas yang menjalin.
NW	BUKAN JALINAN	Indeks untuk lalu-lintas yang bukan jalinan.
Q_{TOT}	ARUS TOTAL	Arus total kendaraan bermotor pada bagian jalinan (jalinan + bukan jalinan) dinyatakan dalam kend/jam, smp/jam atau LHRT.

Q_W	ARUS TOTAL JALINAN (smp/jam)	Arus total kendaraan bermotor yang menjalin.
Q_{DH}	ARUS LALU-LINTAS JAM RENCANA	Arus lalu-lintas puncak per jam yang digunakan untuk tujuan perancangan.
p_W	RASIO JALINAN	Rasio antara arus jalinan total dan arus total.
Q_{UM}	ARUS KENDARAAN TAK BERMOTOR	Arus kendaraan tak bermotor total (kend/jam).
LV%	% KENDARAAN RINGAN	% kendaraan ringan dari seluruh kendaraan yang masuk ke bagian jalinan (perhitungan dalam kend/jam).
HV%	% KENDARAAN BERAT	% kendaraan berat dari seluruh kendaraan yang masuk ke bagian jalinan (perhitungan dalam kend/jam).
MC%	% SEPEDA MOTOR	% sepeda motor dari seluruh kendaraan yang masuk ke bagian jalinan (perhitungan dalam kend/jam).
p_{UM}	RASIO KENDARAAN TAK BERMOTOR	Rasio antara kendaraan tak bermotor dan bermotor dari seluruh kendaraan yang masuk ke bagian jalinan.
F_{SMP}	FAKTOR SMP	Faktor untuk mengubah arus dari kend/jam menjadi smp/jam. $F_{smp} = (LV\% + HV\% \times emp_{HV} + MC\% \times emp_{MC})/100$
k	FAKTOR LHRT	Faktor konversi dari LHRT menjadi arus lalu-lintas jam puncak. $Q_{kend} = k \times LHRT$ (kend/jam)

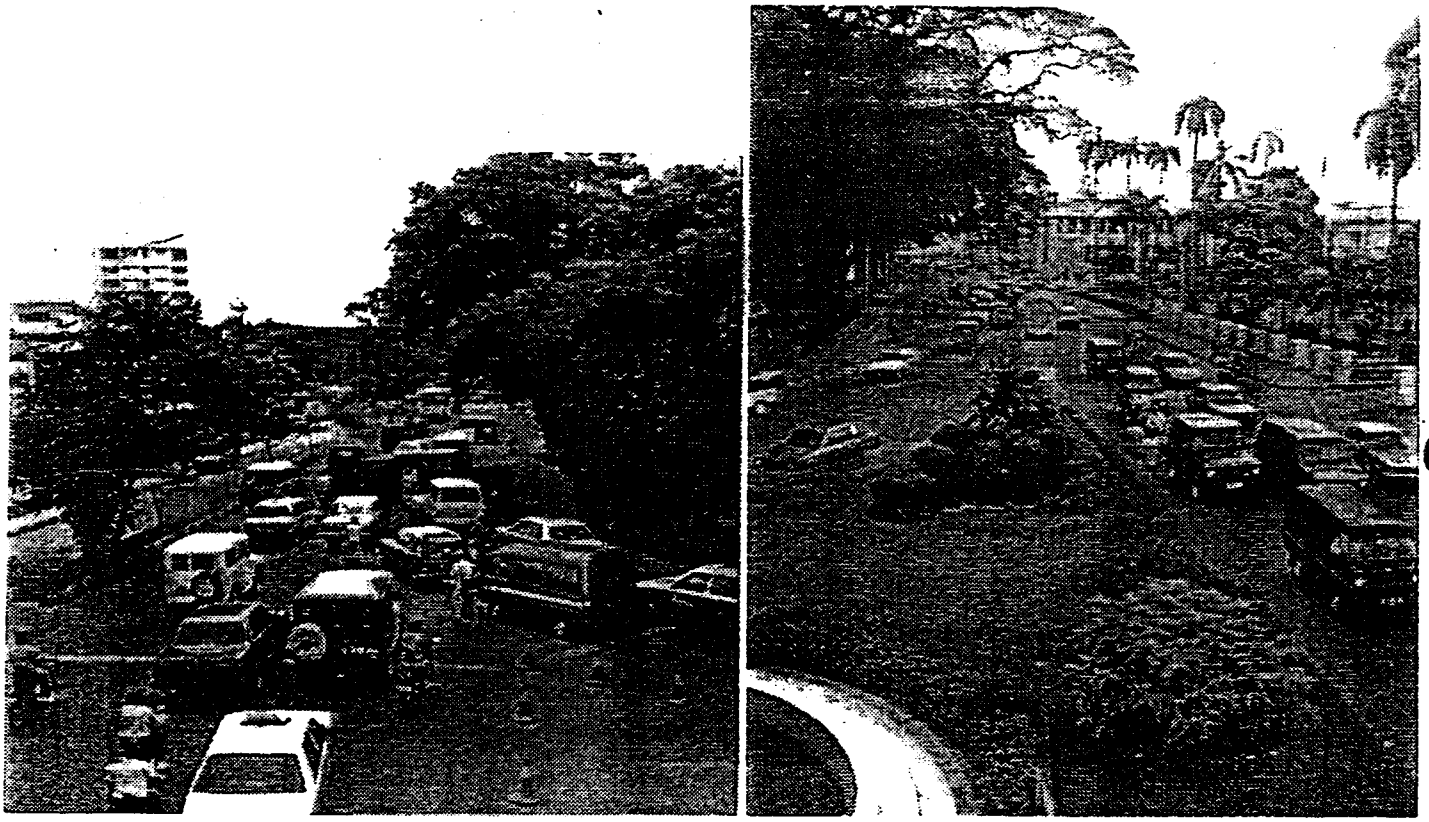
Faktor perhitungan

C_o	KAPASITAS DASAR (smp/jam)	Kapasitas dasar untuk geometri dan %-jalinan tertentu (biasanya dinyatakan dalam smp/jam).
F_{CS}	FAKTOR PENYESUAIAN UKURAN KOTA	Faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat ukuran kota.
F_{RSU}	FAKTOR PENYESUAIAN TIPE LINGKUNGAN JALAN, HAMBATAN SAMPING DAN KENDA-RAAN TAK BERMOTOR	Faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor.



Bagian jalinan jalan di kota Bandung

Bundaran di
Ujung Pandang



Tempat masuk dan keluar bagian jalinan di Medan

2. METODOLOGI

2.1 PRINSIP UMUM

Metode dan prosedur yang diuraikan dalam manual ini mempunyai dasar empiris. Alasannya adalah bahwa perilaku lalu-lintas pada bagian jalinan dalam hal aturan memberi jalan, disiplin lajur dan antri tidak memungkinkan penggunaan suatu model yang berdasarkan pada pengambilan celah. Perilaku pengemudi sangat berbeda dengan yang ditemukan di kebanyakan negara maju, yang menjadikan pengambilan metode dari manual kapasitas lainnya menjadi sulit. Metode yang digunakan pada Manual disesuaikan dari rumus konsep Wardrop, yang diturunkan pada tahun lima puluhan di Inggris untuk prioritas lalu-lintas masuk. Alasan penyesuaian rumus Wardrop adalah bahwa bagian jalinan di Indonesia beroperasi dengan pola yang sama dengan pengoperasian bagian jalinan di Inggris sebelum berubah menjadi peraturan "prioritas-off side" di Inggris .

Metode memperkirakan pengaruh terhadap kapasitas dan ukuran terkait lainnya akibat kondisi lapangan sehubungan dengan geometri, lingkungan dan kebutuhan lalu-lintas.

a) <u>Kapasitas</u>

Kapasitas total bagian jalinan adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan sesungguhnya terhadap kapasitas.

Model kapasitas adalah sebagai berikut:

$$C = 135 \times W_W^{1,3} \times (1+W_E/W_W)^{1,5} \times (1-p_W/3)^{0,5} \times (1+W_W/L_W)^{-1,8} \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

Variabel masukan ke dalam model untuk menentukan kapasitas (smp/jam) adalah sebagai berikut:

Tipe variabel	Variabel dan nama masukan		Faktor model
Geometri	Lebar masuk rata-rata	W_E	
	Lebar jalinan	W_W	
	Panjang jalinan	L_W	
	Lebar/panjang	W_W/L_W	
Lingkungan	Kelas ukuran kota	CS	F_{CS}
	Tipe lingkungan jalan,	RE	
	hambatan samping, dan	SF	
	rasio kend. tak bermotor	p_{UM}	F_{RSU}
Lalu-lintas	Rasio jalinan	p_W	

Tabel 2.1:1 Ringkasan variabel masukan untuk model kapasitas pada bagian jalinan

Kapasitas bundaran pada keadaan lalu-lintas lapangan (ditentukan oleh hubungan antara semua gerakan) dan kondisi lapangan, didefinisikan sebagai arus lalu-lintas total pada saat bagian jalinan yang pertama mencapai kapasitasnya.

b) Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan bagian jalinan, dihitung sebagai:

$$DS = Q_{smp} / C$$

di mana:

Q_{smp} = Arus total (smp/jam) dihitung sebagai berikut:
$Q_{smp} = Q_{kend} \times F_{smp}$

F_{smp} = faktor smp; $F_{smp} = (LV\%+HV\%\times emp_{HV}+MC\%emp_{MC})/100$

C = Kapasitas (smp/jam)

Derajat kejenuhan bundaran ditentukan sebagai berikut :

$$DS = \text{maks.dari } (DS_i) \; ; i = 1 \ldots n.$$

dimana :

DS_i = Derajat kejenuhan bagian jalinan i

n = jumlah bagian jalinan pada bundaran tersebut.

c) Tundaan pada bagian jalinan bundaran

Tundaan pada bagian jalinan dapat terjadi karena dua sebab:

1) TUNDAAN LALU-LINTAS (DT) akibat interaksi lalu-lintas dengan gerakan yang lain dalam persimpangan.
2) TUNDAAN GEOMETRIK (DG) akibat perlambatan dan percepatan lalu-lintas.

Tundaan rata-rata bagian jalinan dihitung sebagai berikut:

$$D = DT + DG$$

dimana :

D = tundaan rata-rata bagian jalinan (det/smp)

DT = tundaan lalu-lintas rata-rata bagian jalinan (det/smp)

DG = tundaan geometrik rata-rata bagian jalinan (det/smp)

Tundaan lalu-lintas pada bagian jalinan ditentukan berdasarkan kurva tundaan empiris dengan derajat kejenuhan sebagai variabel masukan.

Tundaan Geometrik pada bagian jalinan ditentukan sebagai berikut:

$$DG = (1-DS)\times 4+DS\times 4= 4$$

Tundaan rata-rata bundaran dihitung sebagai berikut:

$$D_R = \Sigma (Q_i \times DT_i) / Q_{masuk} + DG \; ; i = 1 \ldots n$$

dimana :

Dr	=	tundaan bundaran rata-rata (det/smp).
i	=	bagian jalinan i dalam bundaran.
n	=	jumlah bagian jalinan dalam bundaran.
Q_i	=	arus total lapangan pada bagian jalinan i (smp/jam).
DT_i	=	tundaan lalu-lintas rata-rata pada bagian jalinan i (det/smp).
Q_{MASUK}	=	jumlah arus total yamg masuk bundaran (smp/jam)
DG	=	tundaan rata-rata geometrik pada bagian jalinan (det/smp).

Nilai-nilai tundaan yang didapat dengan cara ini dapat digunakan bersama dengan nilai tundaan dan waktu tempuh yang didapat dengan cara lain untuk menentukan waktu tempuh sepanjang rute didalam jaringan jalan. Selanjutnya tundaan geometrik pada persimpangan harus disesuaikan bagi kecepatan ruas jalan sesungguhnya.

Nilai normal kecepatan yang digunakan adalah 40 km/jam, tundaan geometrik kendaran yang tidak terhambat 4 detik, dan percepatan/perlambatan 1,5 m/s^2

d) Peluang antrian pada bagian jalinan bundaran

Peluang antri QP% pada bagian jalinan ditentukan berdasarkan kurva antrian empiris, dengan derajat kejenuhan sebagai variabel masukan.

Peluang antri bundaran ditentukan sebagai berikut:

$$QP\% = \text{Maks.dari } (QP\%_i) \; ; i = 1 \ldots n$$

dimana :

QP%	=	peluang antri bagian jalinan i,
n	=	jumlah bagian jalinan dalam bundaran.

e) Kecepatan tempuh pada bagian jalinan tunggal

Kecepatan tempuh (km/jam) sepanjang bagian jalinan dihitung dengan rumus empiris berikut:

$$V = V_O \times 0{,}5 \times (1+(1-DS)^{0,5})$$

di mana:

V_O	=	kecepatan arus bebas (km/jam), dihitung sebagai:
		$V_O = 43 \times (1-p_W/3)$
		di mana p_W = rasio-jalinan
DS	=	Derajat kejenuhan

f) Waktu tempuh pada bagian jalinan tunggal

Waktu tempuh (TT) sepanjang bagian jalinan dihitung sebagai:

$TT = L_W \times 3,6 / V$ (det.)

di mana:

L_W = Panjang bagian jalinan (m)
V = Kecepatan tempuh (km/jam)

Waktu tempuh dari metode ini dapat digabung dengan nilai tundaan dan waktu tempuh dari metode untuk fasilitas lainnya untuk mendapatkan waktu tempuh sepanjang rute pada jaringan jalan.

2.2 PEDOMAN PENGGUNAAN

Metode ini dapat digunakan untuk berbagai–penerapan yang berbeda seperti **perencanaan, perancangan** dan **analisa operasional**.

Perencanaan adalah untuk mendapatkan denah dan ukuran geometrik yang memenuhi sasaran yang ditetapkan bagi kondisi lalu-lintas rencana. Dalam hal **perencanaan**, kondisi lalu-lintas yang diberikan biasanya berhubungan dengan situasi jam puncak. Metode ini digunakan sebagai berikut, lihat Gambar 2.2:1.

Perancangan berbeda dari perencanaan hanya pada skala waktu. Dalam hal **perancangan**, masukan data lalu-lintas biasanya diberikan dalam LHRT (Lalu-lintas Harian Rata-rata Tahunan) untuk tahun rencana, yang harus dikonversi ke dalam jam puncak rencana dengan menggunakan faktor-k sebagaimana ditetapkan pada bagian istilah di atas.

Analisa operasional biasanya dikerjakan dengan tujuan untuk memperkirakan perilaku lalu-lintas untuk denah, rencana geometrik, lingkungan dan situasi lalu-lintas tertentu.

2.3 PANDUAN REKAYASA LALU-LINTAS

2.3.1 Tujuan

Tujuan Bagian ini adalah untuk membantu para pengguna manual dalam memilih penyelesaian yang sesuai dengan masalah-masalah umum perancangan, perencanaan, dan operasional dengan menyediakan saran-saran mengenai rentang arus lalu-lintas yang layak bagi tipe dan denah standar bundaran dan penerapannya pada berbagai kondisi arus. Disarankan untuk perencanaan **simpang baru** sebaiknya didasarkan pada analisa biaya siklus hidup dari perencanaan yang paling ekonomis pada arus lalu-lintas tahun dasar yang berbeda. Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar pemilihan asumsi awal tentang denah dan rencana yang diterapkan jika menggunakan metode perhitungan untuk bundaran seperti diterangkan pada Bagian 3 dari Bab ini.

Untuk analisa operasional dan peningkatan **simpang yang ada**, saran diberikan dalam bentuk perilaku lalu-lintas sebagai fungsi arus pada keadaan standar, lihat Bagian 2.3.3c. Rencana dan bentuk pengaturan lalu-lintas harus dengan tujuan memastikan derajat kejenuhan tidak melebihi nilai yang dapat diterima (biasanya 0,75). Saran-saran juga diberikan mengenai masalah berikut yang berkaitan dengan **rencana detail** dan **pengaturan lalu-lintas**:

- Dampak terhadap keselamatan lalu-lintas dan emisi kendaraan akibat perubahan perencanaan geometrik dan pengaturan lalu-lintas.

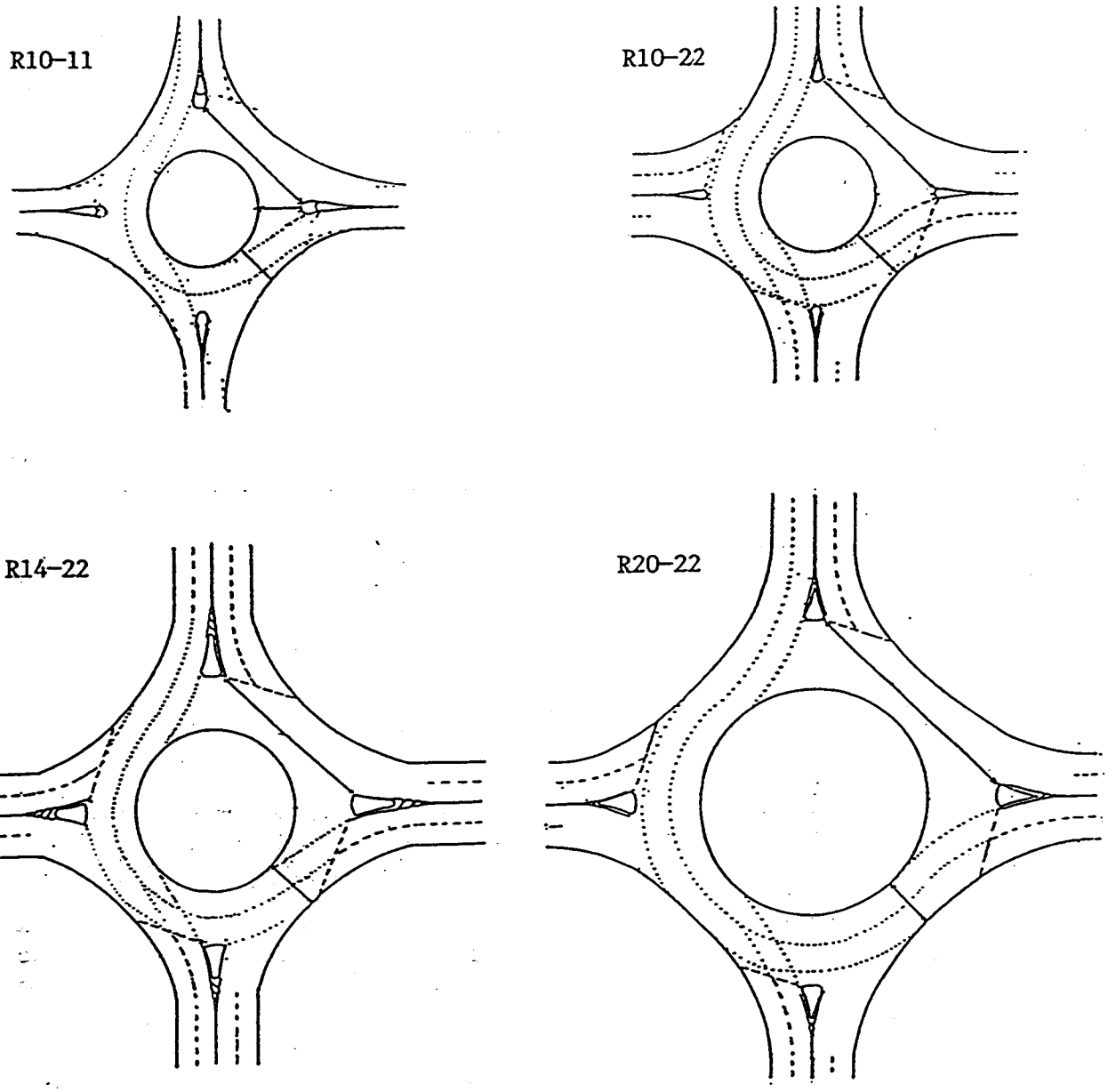
- Hal-hal perencanaan rinci terutama yang mengenai kapasitas dan keselamatan.

2.3.2 Definisi tipe bundaran standar

Buku "Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan" (Direktorat Jenderal Bina Marga, Maret 1992) mencantumkan panduan umum untuk perencanaan simpang sebidang. Informasi lain yang berhubungan terutama tentang marka jalan terdapat pada buku "Produk Standar untuk Jalan Perkotaan" (Direktorat Jenderal Bina Marga, Februari 1987).

Dokumen ini menentukan parameter perencanaan berbagai kelas simpang jalan, tetapi tidak menentukan tipe simpang khusus. Karena itu sejumlah jenis bundaran ditunjukkan pada Gambar 2.3.2:1 dan Tabel 2.3.2:1 di bawah untuk penggunaan khusus pada Bagian ini. Semua bundaran dianggap mempunyai kereb dan trotoar yang cukup, dan ditempatkan di daerah perkotaan dengan hambatan samping sedang. Semua gerakan membelok dianggap diperbolehkan.

Pengaturan "hak jalan" dianggap berlaku untuk semua pendekat yaitu tidak ada pengaturan tanda "beri jalan" dengan maksud untuk mendapat prioritas bagi kendaraan yang telah masuk ke dalam bundaran (prioritas dalam) seperti umumnya di Eropa. Apabila penegakan tipe pengaturan yang terakhir tidak ada, metode perhitungan kapasitas dengan pengaturan hak jalan yang diterangkan dalam manual ini masih dapat dipergunakan.



Gambar 2.3.2:1 Ilustrasi tipe bundaran

Tipe bundaran	Jari-jari bundaran (m)	Jumlah lajur masuk	Lebar lajur masuk W_I (m)	Panjang jalinan L_W (m)	Lebar jalinan W_W (m)
R10 - 11	10	1	3,5	23	7
R10 - 22	10	2	7,0	27	9
R14 - 22	14	2	7,0	31	9
R20 - 22	20	2	7,0	43	9

Tabel 2.3.2:1 Definisi tipe bundaran yang digunakan dalam bagian panduan ini

2.3.3 Pemilihan tipe bundaran

a) Umum

Pada umumnya bundaran dengan pengaturan hak jalan (prioritas dari kiri) digunakan di daerah perkotaan dan pedalaman bagi persimpangan antara jalan dengan arus lalu-lintas sedang. Pada arus lalu-lintas yang tinggi dan kemacetan pada daerah keluar simpang, bundaran tersebut mudah terhalang, yang mungkin menyebabkan kapasitas terganggu pada semua arah.

Di daerah perkotaan dengan arus pejalan kaki yang tinggi menyeberang bundaran jalan yang tidak sebidang (jembatan atau terowongan), disarankan untuk memberikan keselamatan bagi pejalan kaki.

Bundaran paling efektif jika digunakan untuk persimpangan antara jalan dengan ukuran dan tingkat arus yang sama. Karena itu bundaran sangat sesuai untuk persimpangan antara jalan dua-lajur atau empat-lajur. Untuk persimpangan antara jalan yang lebih besar, penutupan daerah jalinan mudah terjadi dan keselamatan bundaran menurun. Meskipun dampak lalu-lintas bundaran berupa tundaan selalu lebih baik dari tipe simpang yang lain misalnya simpang bersinyal, pemasangan sinyal masih lebih disukai untuk menjamin kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan dalam keadaan arus jam puncak.

Perubahan dari simpang bersinyal atau tak bersinyal menjadi bundaran dapat juga didasari oleh keselamatan lalu-lintas, untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas antara kendaraan yang berpotongan, lihat Bagian d) di bawah. Bundaran mempunyai keuntungan yaitu mengurangi kecepatan semua kendaraan yang berpotongan, dan membuat mereka hati-hati terhadap risiko konflik dengan kendaran lain. Hal ini mungkin terjadi bila kecepatan pendekat ke simpang tinggi dan/atau jarak pandang untuk gerakan lalu-lintas yang berpotongan tidak cukup akibat rumah atau pepohonan yang dekat dengan sudut persimpangan.

b) Pertimbangan ekonomi

Tipe simpang yang paling ekonomis (simpang bersinyal, simpang tak bersinyal atau bundaran) yang berdasarkan analisa biaya siklus hidup (BSH) ditunjukkan dalam Bab 1, Bagian 5.2.1b. Perencanaan baru bundaran paling ekonomis berdasarkan analisa biaya siklus hidup (BSH) ditunjukkan pada Tabel 2.3.3:1 di bawah.

Kondisi			Ambang arus lalu-lintas, Arus simpang total (kend/jam) tahun 1					
Ukuran kota (Juta)	Rasio (Q_{MA}/Q_{MI})	LT/RT	Tipe jalinan					
			R10-11	**R10-12**	**R14-12**	**R10-22**	**R14-22**	**R20-22**
1-3 Juta	1/1	10/10	< 2200	2200	-	2700	-	3350-4300
	1.5/1		< 2200	2200	-	2700	-	3250-4100
	2/1		< 2150	2150	-	2700	-	3250-4150
	3/1		< 2150	2150	-	2700	-	3150-3950
	4/1		< 2150	2150	-	2700	-	3150-3950
	1/1	25/25	< 2400	2400	-	2850	-	3400-4450
	1.5/1		< 2200	2200	-	2950	-	3350-4300
	2/1		< 2150	2150	-	2950	-	3250-4100
	3/1		< 2050	2050	2750	2950	3100	3250-4000
	4/1		< 2050	2050	2750	2850	3000	3150-4000
0.5-1Juta	1/1	10/10	< 2150	2150	2550	2700	3150	3350-3950
	1.5/1		< 2050	2050	2550	2700	3150	3350-3950
	2/1		< 2050	2050	2550	2700	3100	3250-3950
	3/1		< 2000	2000	2550	2700	3000	3150-3800
	4/1		< 2000	2000	2600	2700	3000	3150-3800
	1/1	25/25	< 2200	2200	2700	2750	3350	3500-4300
	1.5/1		< 2150	2150	2750	2850	3150	3350-3950
	2/1		< 2050	2050	2750	2950	3100	3250-3950
	3/1		< 2000	2000	2600	2750	3000	3150-3800
	4/1		< 1900	1900	2600	2700	2950	3100-3650

Penjelasan:

Rasio	Rasio arus antara jalan utama dan jalan minor
LT/RT	Persen arus belok kiri dan kanan (10/10 artinya pada masing-masing pendekat 10 % belok kiri dan 10 % belok kanan)
Tipe bundaran	Radius bundaran/jumlah lajur pada pendekat minor/jumlah lajur pada pendekat utama. Contoh R10-11 artinya radius bundaran 10 m satu lajur pada pendekat minor dan satu lajur pada pendekat utama.

Tabel 2.3.3:1 Panduan untuk memilih tipe bundaran yang paling ekonomis di daerah perkotaan, konstruksi baru

Gambar 2.3.3:1-2 menunjukkan informasi yang sama sebagai fungsi dari arus lalu-lintas pada jalan yang berpotongan (dua arah).

Untuk daerah luar kota biaya pembebasan tanah lebih rendah sehingga memungkinkan pembuatan bundaran yang lebih besar, tetapi kecepatan rencana biasanya tinggi sehingga diperlukan ruang yang lebih luas untuk tipe bundaran yang sama.

c) Perilaku lalu-lintas

Untuk analisa perencanaan dan operasional bundaran yang sudah ada, tujuan analisa biasanya untuk membuat perbaikan kecil pada geometri simpang agar dapat mempertahankan perilaku lalu-lintas yang diinginkan, sepanjang rute atau jaringan jalan. Gambar 2.3.3:3 menunjukkan hubungan antara tundaan rata-rata (det/smp) dan arus total tipe bundaran dan kondisi arus yang berbeda.

Karena risiko penutupan bundaran oleh kendaraan yang menjalin dari berbagai arah, perilaku lalu-lintas berupa derajat kejenuhan > 0,75 selama jam puncak disarankan untuk dihindari. Antrian pada daerah keluar bundaran yang menutup daerah sirkulasi arus juga penting untuk dihindari.

d) Pertimbangan keselamatan lalu-lintas

Tingkat kecelakaan lalu-lintas pada bundaran empat lengan telah diperkirakan sebesar 0,30 kecelakaan/juta kendaran masuk, dibandingkan dengan 0,43 pada simpang bersinyal dan 0,60 pada simpang tak-bersinyal. Karena itu bundaran lebih aman dari persimpangan sebidang yang lain. Dampak terhadap keselamatan lalu-lintas akibat beberapa unsur perencanaan geometrik dibahas di bawah:

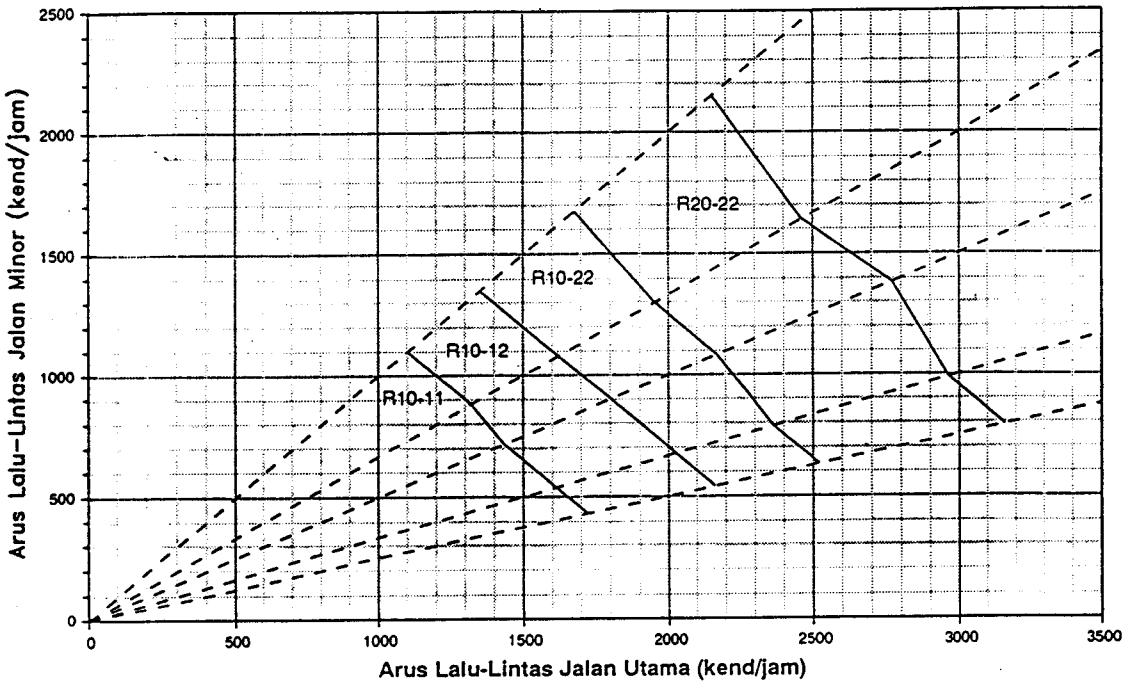
DAMPAK DENAH BUNDARAN

- Hubungan antara tingkat kecelakaan dan jari-jari bundaran tidak jelas. Jari-jari yang lebih kecil mengurangi kecepatan pada daerah keluar yang menguntungkan bagi keselamatan pejalan kaki yang menyeberang. Jari-jari yang kecil juga memaksa kendaran masuk memperlambat kecepatannya sebelum memasuki daerah konflik, yang mungkin menyebabkan tabrakan depan belakang lebih banyak dari bundaran yang lebih besar.

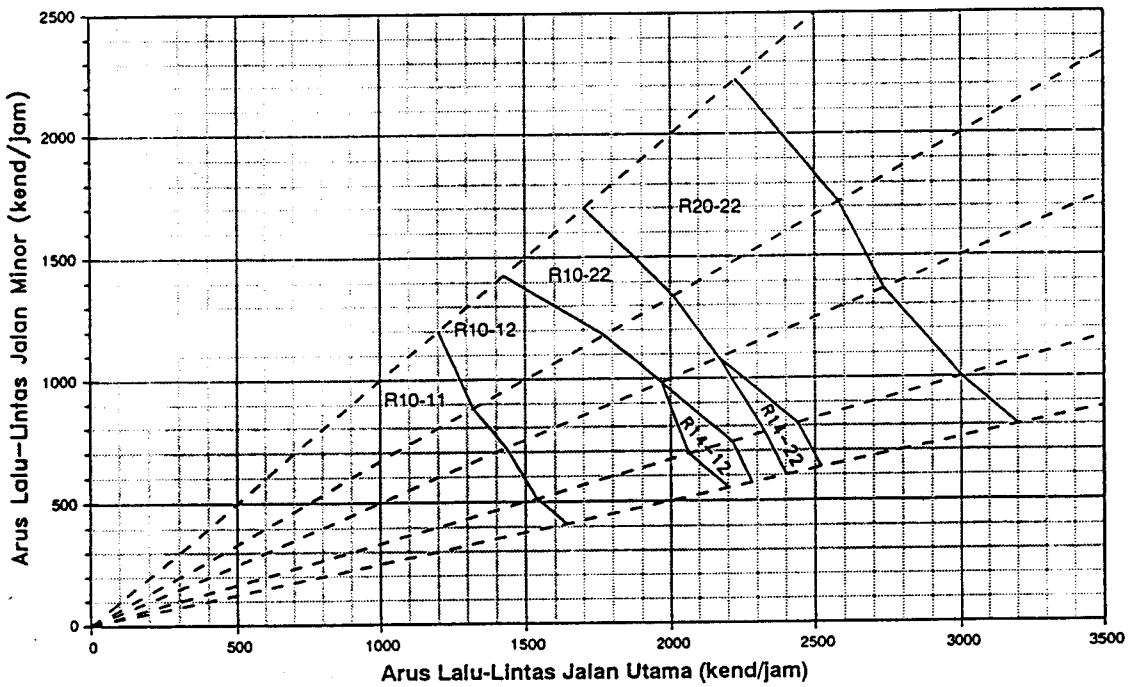
DAMPAK PENGATURAN LALU-LINTAS

- Pengaturan tanda "beri jalan" pada pendekat, yang memberikan prioritas pada kendaraan yang berada dalam bundaran mengurangi tingkat kecelakaan bila dibandingkan dengan prioritas dari kiri (tidak diatur). Jika ditegakkan, cara ini juga efektif untuk menghindari penyumbatan bundaran.

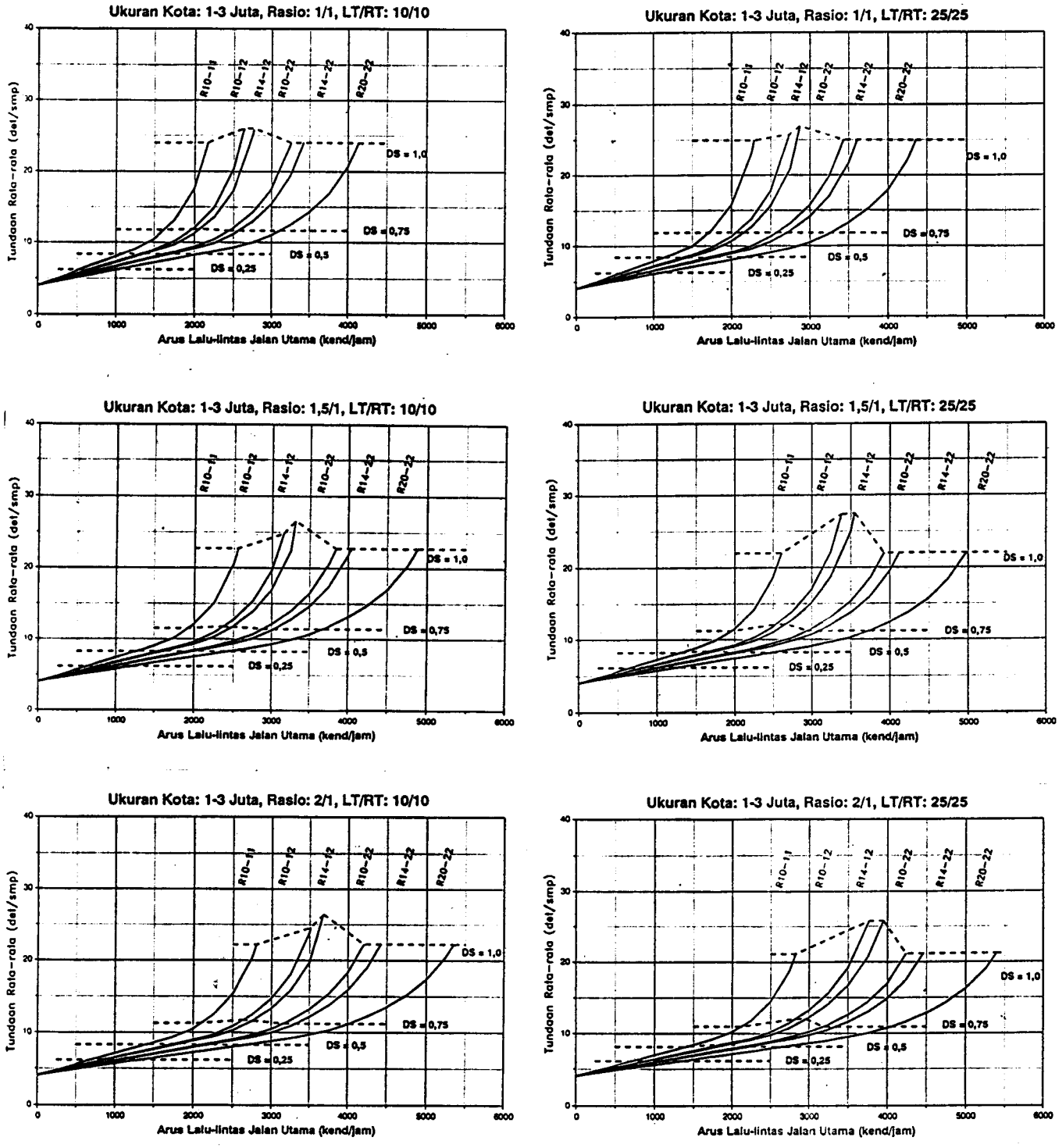
- Pengaturan sinyal lalu-lintas sebaiknya tidak diterapkan pada bundaran, karena dapat mengurangi keselamatan dan kapasitas.



Gambar 2.3.3:1 Penampilan ekonomis berbagai tipe bundaran di daerah perkotaan, konstruksi baru. Ukuran kota 1-3 Juta ; Persentase belok kiri dan kanan 10/10



Gambar 2.3.3:2 Penampilan ekonomis berbagai tipe bundaran di daerah perkotaan, konsturksi baru. Ukuran kota 1-3 Juta: Persentase belok kiri dan kanan 25/25



Gambar 2.3.3:3 Perilaku lalu-lintas bundaran
DS = derajat kejenuhan

e) Pertimbangan lingkungan

Emisi gas buang kendaraan dan/atau kebisingan umumnya bertambah akibat usaha percepatan atau perlambatan kendaraan yang sering dilakukan, demikian juga akibat waktu berhenti. Dari pemahaman ini bundaran lebih disukai karena dapat mengurangi tundaan dan memungkinkan banyak kendaraan memotong simpang tanpa harus berhenti total. Karena itu bundaran mempunyai tingkat emisi kendaraan yang lebih rendah dari tipe simpang sebidang yang lain.

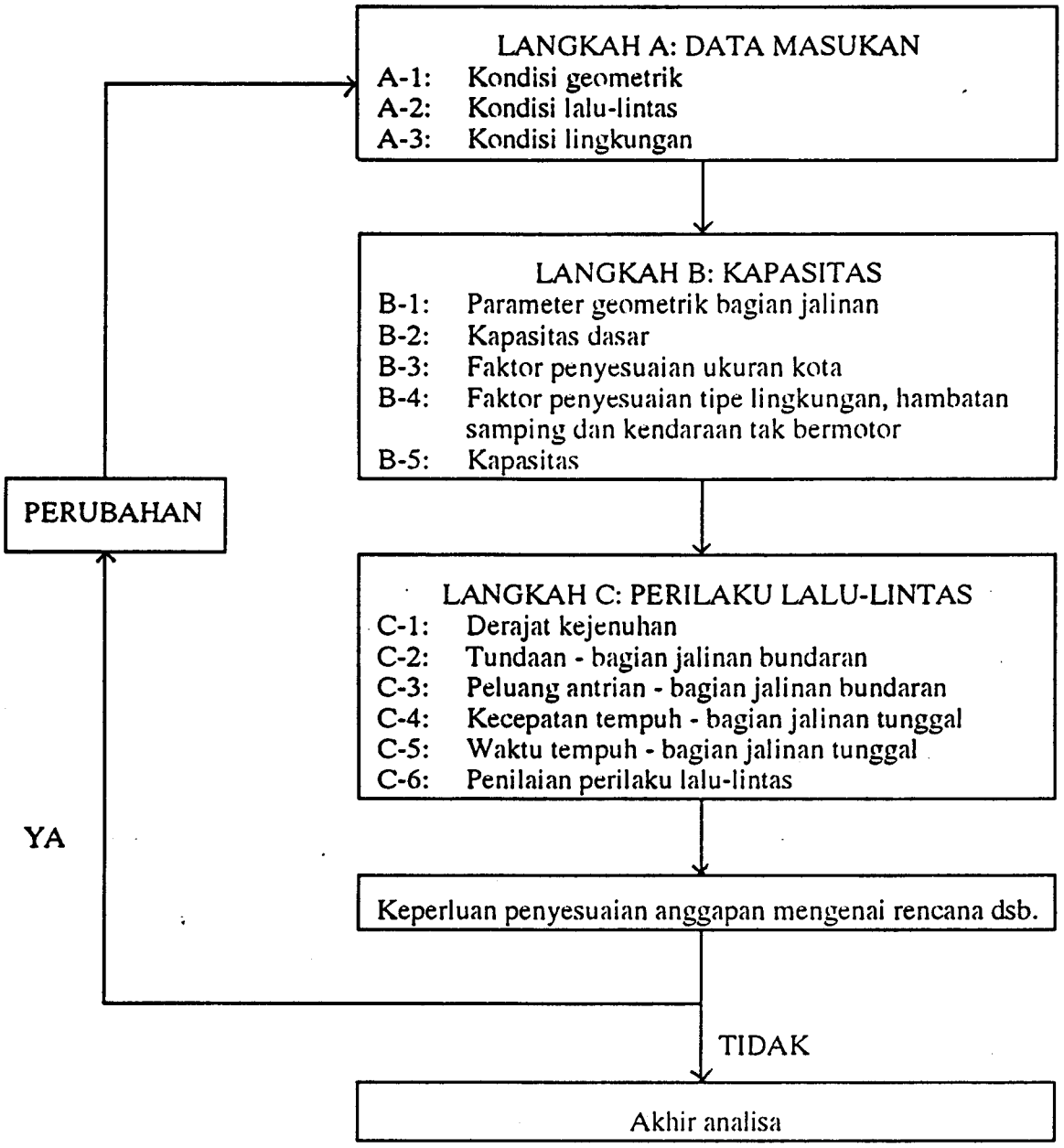
2.3.4 Perencanaan rinci

Sebagai prinsip umum, bundaran mempunyai kapasitas tertinggi jika lebar dan panjang jalinan sebesar mungkin. Beberapa saran umum lainnya tentang perencanaan diberikan di bawah :

- Bagian jalinan bundaran mempunyai kapasitas tertinggi jika lebar dan panjang jalinan sebesar mungkin.
- Bundaran dengan hanya satu tempat masuk adalah lebih aman dari pada bundaran berlajur banyak.
- Bundaran harus direncanakan untuk memberikan kecepatan terendah pada lintasan di pendekat, sehingga memaksa kendaraan menyelesaikan perlambatannya sebelum masuk bundaran.
- Radius pulau bundaran ditentukan oleh kendaraan rencana yang dipilih untuk membelok di dalam jalur lalu-lintas dan jumlah lajur masuk yang diperlukan. Radius yang lebih kecil biasanya mengurangi kecepatan pada bagian keluar yang menguntungkan bagi keselamatan pejalan kaki yang menyeberang. Radius yang lebih kecil juga memaksa kendaraan masuk memperlambat kecepatannya sebelum masuk daerah konflik, yang mungkin menyebabkan tabrakan dari belakang dibandingkan dengan bundaran yang lebih besar. Radius lebih besar dari 30-40 m sebaiknya dihindari.
- Bundaran dengan satu lajur sirkulasi (direncanakan untuk semi-trailer) sebaiknya dengan radius minimum 10m, dan untuk dua lajur sirkulasi radius minimum 14 m.
- Daerah masuk ke masing-masing bagian jalinan harus lebih kecil dari lebar bagian jalinan.
- Pulau lalu-lintas tengah pada bundaran sebaiknya ditanami dengan pohon atau obyek lain yang tidak berbahaya terhadap tabrakan, yang membuat simpang mudah dilihat oleh kendaran yang datang. Pada radius kecil mungkin dapat dilewati.
- Lajur terdekat dengan kereb sebaiknya lebih lebar dari biasanya untuk memberikan ruang bagi kendaraan tak-bermotor dan memudahkan kendaraan belok kiri lewat tanpa menjalin di dalam bundaran.
- Pulau lalu-lintas sebaiknya dipasang di masing-masing lengan untuk mengarahkan kendaraan yang masuk sehingga sudut menjalin antara kendaraan menjadi kecil.

2.4 RINGKASAN PROSEDUR PERHITUNGAN

Kapasitas dan ukuran kinerja (jalan) berupa Derajat kejenuhan, Tundaan dan Peluang antrian untuk **bagian jalinan bundaran;** dan kecepatan tempuh dan waktu tempuh untuk **bagian jalinan tunggal** dihitung untuk suatu keadaan geometrik, lingkungan dan kondisi lalu-lintas tertentu mengikuti prosedur yang ditunjukkan dalam Gambar 2.4:1. Bundaran dianggap sebagai beberapa jalinan yang berurutan.



Gambar 2.4:1 Bagan alir analisa bagian jalinan

Pencatatan data masukan yang berkaitan dengan geometri dan arus lalu-lintas paling baik dilakukan dengan bantuan Formulir SWEAV-I dan SWEAV-II untuk bagian jalinan tunggal, dan Formulir RWEAV-I dan RWEAV-II untuk bagian jalinan bundaran (Lampiran 4:1). Sketsa geometri bagian jalinan digambarkan pada bagian kotak termasuk semua ukuran yang diperlukan seperti lebar pendekat, panjang jalinan dan sebagainya. Gambar yang mencatat semua gerakan lalu-lintas dan arus dibuat pada kotak disebelahnya. Bagian bawah Formulir SWEAV-I dan RWEAV-I memungkinkan pemakai untuk menghitung parameter arus lalu-lintas yang diperlukan untuk analisa yang dikerjakan dengan bantuan Formulir SWEAV-II dan RWEAV-II. Pada formulir ini hasil dari berbagai langkah perhitungan yang berbeda dicatat. Setiap baris dan kolom mempunyai nomor, yang digunakan sebagai penjelasan bagaimana memasukkan data ke dalam formulir.

Formulir berikut digunakan untuk perhitungan:

Bagian jalinan bundaran

RWEAV-I Geometri, Arus lalu-lintas

RWEAV-II Analisa:
- Parameter geometrik bagian jalinan
- Kapasitas
- Perilaku lalu-lintas

Bagian jalinan tunggal

SWEAV-I Geometri, Arus lalu-lintas

SWEAV-II Analisa:
- Parameter geometrik bagian jalinan
- Kapasitas
- Perilaku lalu-lintas

Formulir-formulir terdapat pada Lampiran 4:1 di bagian akhir bab ini.

3. PROSEDUR PERHITUNGAN

Karena terdapat kemiripan antara analisa bagian jalinan tunggal (SWEAV) dan jalinan bundaran (RWEAV), uraian prosedur perhitungan untuk kedua tipe fasilitas digabungkan di bawah. Tetapi hasilnya dicatat pada formulir yang berbeda : SWEAV I-II dan RWEAV I-II.

LANGKAH A: DATA MASUKAN

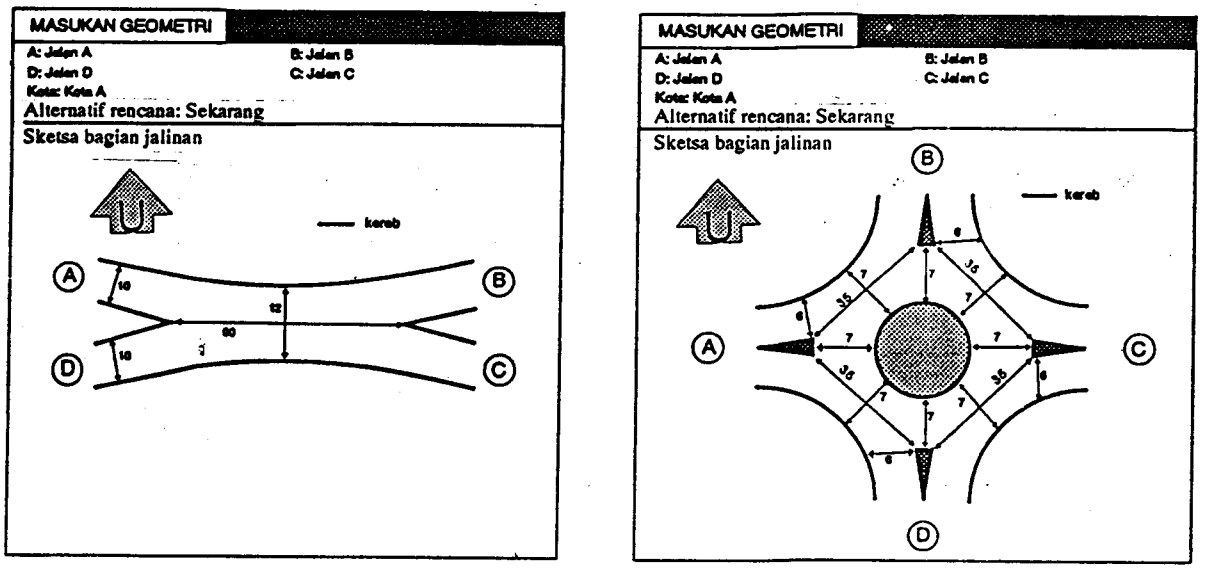
LANGKAH A-1: KONDISI GEOMETRIK

Sketsa ringkasan

Sketsa dari geometri lokasi digambarkan pada Formulir SWEAV-I atau RWEAV-I, lihat contoh pada Gambar A-1:1 di bawah untuk bagian jalinan tunggal dan bagian jalinan bundaran. Kota, propinsi dan nama jalan dicatat pada sudut kanan atas formulir. Kode keadaan (alternatif) yang diamati dan periode waktu analisa dapat juga dimasukkan.

Sketsa sebaiknya memberikan ringkasan yang baik dari bagian jalinan dengan informasi tentang kereb, lebar pendekat, lebar jalinan, panjang jalinan dan lebar bahu. Untuk orientasi sketsa juga sebaiknya memuat panah petunjuk arah.

Pendekat dan denah keluar sebaiknya diberi notasi A, B, C dan D, sesuai arah jarum jam sebagaimana terlihat pada Gambar A-1:1 di bawah.



Gambar A-1:1 Contoh sketsa data masukan geometri

LANGKAH A-2: KONDISI LALU-LINTAS

DATA MASUKAN

Kondisi lalu-lintas dapat ditentukan menurut Lalu-lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) dengan faktor-k yang sesuai untuk konversi dari LHRT menjadi arus per jam (umum untuk perancangan), atau menurut Arus Lalu-lintas Jam Rencana Q_{DH}. Nilai normal parameter lalu-lintas diberikan pada Tabel A-2:1-3.

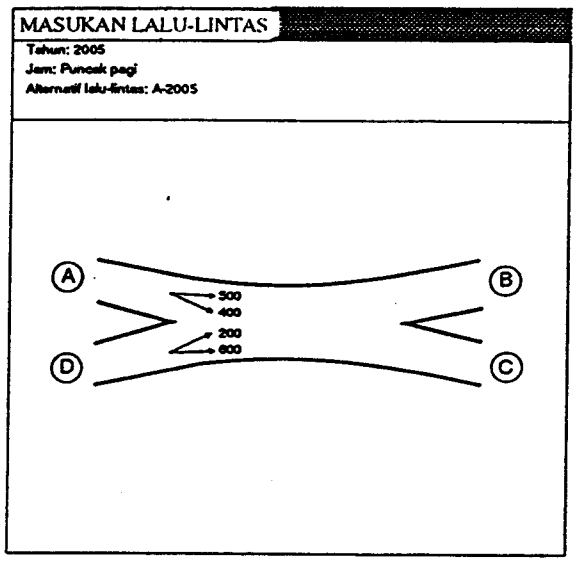
Data masukan tentang kondisi lalu-lintas terdiri dari tiga bagian, yang dimasukkan ke dalam Formulir SWEAV-I atau RWEAV-I sebagaimana diuraikan di bawah:

1) Sketsa arus lalu-lintas menggambarkan gerakan dan arus lalu-lintas yang berbeda. Arus sebaiknya diberikan dalam kend/jam atau smp/jam. Jika arus diberikan dalam LHRT, faktor-k untuk konversi menjadi arus perjam harus juga dicatat dalam formulir pada Baris 1.

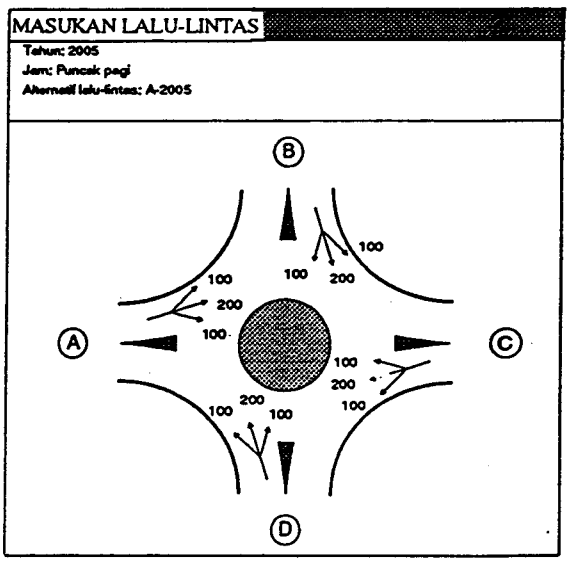
2) Komposisi lalu-lintas dalam Kendaraan ringan (LV), Kendaraan berat (HV) dan Sepeda motor (MC) (%) dicatat pada Baris 1.

3) Arus kendaraan tak-bermotor dicatat (Formulir SWEAV- I:Kolom 9. Formulir RWEAV-I Kolom 17).

Sketsa arus lalu-lintas memberikan informasi lalu-lintas lebih rinci dari yang diperlukan untuk analisa bagian jalinan. Jika alternatif pemasangan sinyal pada simpang juga akan diuji, informasi ini akan berguna. Sketsa sebaiknya menunjukan gerakan lalu-lintas bermotor melalui pendekat (A_W, A_{NW}, D_W dan D_{NW} jika bagian jalinan tunggal) dan A_{LT}, A_{ST}, A_{RT} dan sebagainya jika bagian jalinan bundaran, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar A-2:1 di bawah. Satuan arus, LHRT, kend/jam atau smp/jam, diberi tanda juga dalam formulir.



Jalinan tunggal



Jalinan bundaran

Gambar A-2:1 Contoh sketsa arus lalu-lintas

PROSEDUR PERHITUNGAN ARUS LALU-LINTAS DALAM SATUAN MOBIL PENUMPANG (SMP)

a) Data arus lalu-lintas terklasifikasi per jam tersedia untuk masing-masing gerakan

- Jika data arus lalu-lintas terklasifikasi tersedia untuk masing-masing gerakan, data tersebut dapat dimasukkan pada Kolom 1, 3, 5 dalam kend/jam. Arus total kend/jam untuk masing-masing gerakan lalu-lintas dimasukkan pada Kolom 7. Jika data arus kendaraan tak bermotor tersedia, angkanya dimasukkan ke dalam SWEAV-I Kolom 9 atau RWEAV-I Kolom 17.

- Konversi ke dalam smp/jam dilakukan dengan mengalikan arus dalam kend/jam dengan emp yang tercatat pada formulir (LV:1,0; HV:1,3; MC:0,5). Hasilnya dimasukkan pada Kolom 2, 4 dan 6. Arus total dalam smp/jam untuk masing-masing gerakan lalu-lintas dihitung dan dimasukkan pada Kolom 8.

b) Data arus lalu-lintas per jam (tidak terklasifikasi) tersedia untuk masing-masing gerakan, beserta informasi tentang komposisi lalu-lintas keseluruhan dalam %

- Masukkan arus lalu-lintas untuk masing-masing gerakan dalam kend/jam pada Kolom 7.

- Hitung faktor-smp F_{smp} dari emp yang diberikan dan data komposisi arus lalu-lintas kendaraan bermotor dan masukkan hasilnya pada Baris 1:

$$F_{smp} = (emp_{LV} \times LV\% + emp_{HV} \times HV\% + emp_{MC} \times MC\%)/100$$

- Hitung arus total dalam smp/jam untuk masing-masing gerakan dengan mengalikan arus dalam kend/jam (Kolom 7) dengan F_{smp}, dan masukkan hasilnya pada Kolom 8.

c) Data arus lalu-lintas tersedia hanya dalam LHRT (Lalu-lintas Harian Rata-rata Tahunan)

- Konversikan nilai arus lalu-lintas yang diberikan dalam LHRT menjadi arus jam rencana Q_{DH} dengan mengalikannya dengan Faktor-k (Baris 1) dan masukkan hasilnya pada Kolom 7.

$$Q_{DH} = k \times LHRT$$

- Konversikan arus lalu-lintas dari kend/jam menjadi smp/jam dengan mengalikannya dengan Faktor-smp (F_{smp}) sebagaimana diuraikan di atas dan masukkan hasilnya pada Kolom 8.

NILAI NORMAL VARIABEL UMUM LALU-LINTAS

Data lalu-lintas sering tidak ada atau kualitasnya kurang baik. Nilai normal yang diberikan pada Tabel A-2:1, 2 dan 3 di bawah dapat digunakan untuk keperluan perancangan sampai data yang lebih baik tersedia.

Lingkungan jalan	Faktor-k - Ukuran kota	
	> 1 juta	< 1 juta
Jalan di daerah komersial dan jalan arteri	0,07 - 0,08	0,08 - 0,10
Jalan di daerah permukiman	0,08 - 0,09	0,09 - 0,12

Tabel A-2:1 Nilai normal faktor-k

Ukuran kota Juta penduduk	Komposisi lalu-lintas kendaraan bermotor %			Rasio kendaraan tak bermotor (UM/MV)
	Kend. ringan LV	Kend. berat HV	Sepeda Motor MC	
> 3 J	60	4,5	35,5	0,01
1 - 3 J	55,5	3,5	41	0,05
0,5 - 1 J	40	3,0	57	0,14
0,1 - 0,5 J	63	2,5	34,5	0,05
< 0,1 J	63	2,5	34,5	0,05

Tabel A-2:2 Nilai normal komposisi lalu-lintas (perhatikan bahwa kendaraan tak bermotor tidak termasuk dalam arus lalu-lintas)

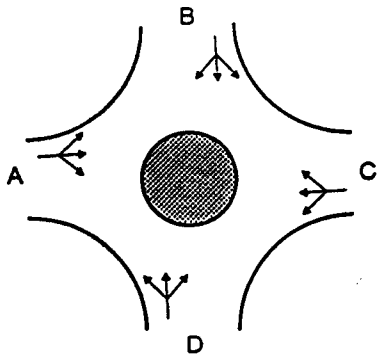
Nilai normal rasio jalinan p_W rasio belok pada bundaran dan faktor-smp berikut dapat digunakan jika informasi yang lebih baik tidak tersedia, lihat Tabel A-2:3.

Faktor	Normal
Rasio jalinan p_W	0,75
Rasio belok kiri p_{LT}	0,15
Rasio belok kanan p_{RT}	0,15
Faktor-smp, F_{smp}	0,83

Tabel A-2:3 Nilai normal lalu-lintas umum

PERHITUNGAN RASIO JALINAN DAN RASIO KENDARAAN TAK BERMOTOR

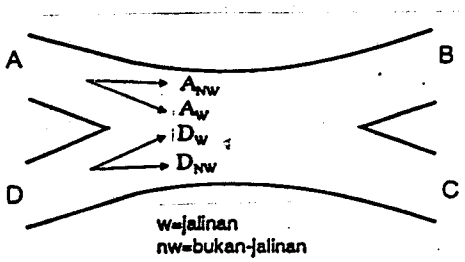
Data lalu-lintas berikut diperlukan untuk perhitungan dan harus diisikan ke dalam bagian lalu-lintas pada Formulir SWEAV-I atau RWEAV-I, lihat juga Gambar A-3:2. Bundaran dengan 3-lengan dan 5-lengan dapat dihitung dengan rumus yang disesuaikan, dengan menggunakan prinsip yang sama.



Tabel baru untuk 4-lengan termasuk putaran-U :

Bagian Jalinan	Arus masuk bundaran Q_{masuk}	Arus masuk bagian jalinan Q_{TOT}	Arus menjalin Q_W	Raio menjalin p_W
AB	$A=A_{LT}+A_{ST}+A_{RT}+A_{UT}$	$A+D-D_{LT}+C_{RT}+C_{UT}+B_{UT}$	$A-A_{LT}+D_{ST}+C_{RT}+B_{UT}$	Q_{WAB}/Q_{AB}
BC	$B=B_{LT}+B_{ST}+B_{RT}+B_{UT}$	$B+A-A_{LT}+D_{RT}+D_{UT}+C_{UT}$	$B-B_{LT}+A_{ST}+D_{RT}+C_{UT}$	Q_{WBC}/Q_{BC}
CD	$C=C_{LT}+C_{ST}+C_{RT}+C_{UT}$	$C+B-B_{LT}+A_{RT}+A_{UT}+D_{UT}$	$C-C_{LT}+B_{ST}+A_{RT}+D_{UT}$	Q_{WCD}/Q_{CD}
DA	$D=D_{LT}+D_{ST}+D_{RT}+D_{UT}$	$D+C-C_{LT}+B_{RT}+B_{UT}+A_{UT}$	$D-D_{LT}+C_{ST}+B_{RT}+A_{UT}$	Q_{WDA}/Q_{DA}

LT=Belok kiri ST=Lurus RT=Belok kanan UT=Putaran U



A,B,C,D menyatakan arus lalu-lintas

$$Q_{TOT} = A_W + A_{NW} + D_W + D_{NW}$$

$$p_W = \frac{A_W + D_W}{Q_{TOT}}$$

Gambar A-2:2 Variabel arus lalu-lintas

a) Bagian jalinan tunggal (Formulir SWEAV-I)

- Hitung arus total lalu-lintas jalinan Q_W yaitu jumlah arus jalinan A_W dan D_W dalam smp/jam dan masukkan hasilnya pada Baris 4, Kolom 8.

- Hitung arus lalu-lintas total bukan-jalinan Q_{NW} yaitu jumlah arus jalinan A_{NW} dan D_{NW} dalam smp/jam dan masukkan hasilnya pada Baris 7, Kolom 8.

- Hitung arus total lalu-lintas jalinan + bukan-jalinan Q_{TOT} dan masukkan hasilnya pada Baris 8, Kolom 8.

- Hitung rasio jalinan p_W yaitu rasio antara arus total jalinan total (Baris 4, Kolom 8) dan arus total lalu-lintas Q_{TOT} pada pendekat A dan D (Baris 8, Kolom 8), dan masukkan hasilnya pada Baris 9, Kolom 8.
  $p_W = Q_W/Q_{TOT}$

- Hitung rasio kendaraan tak-bermotor untuk bagian jalinan keseluruhan yaitu arus total kendaraan tak-bermotor (Baris 8, Kolom 9) dibagi dengan arus total lalu-lintas dalam kend/jam (Baris 8, Kolom 7). Masukkan hasilnya pada Baris 10, Kolom 9.

b) Bagian jalinan bundaran (Formulir RWEAV-I)

- Hitung arus masuk bundaran (Q_{masuk}) untuk masing-masing bagian jalinan bundaran dengan cara menjumlahkan arus-arus dalam Kolom 8 per tempat masuk, dan isikan hasilnya dalam Baris 22.

- Hitung arus menjalin total (Q_W) untuk masing-masing dari empat bagian jalinan (jika 4-lengan) AB, BC, CD dan DA dengan memasukkan arus dari Kolom 8 kedalam kotak-kotak dalam Kolom 9, 11 , 13, dan 15 yang telah diberi tanda, kemudian hitung jumlah dari masing-masing kolom, dan masukkan hasilnya dalam Baris 22.

- Hitung arus total (Q_{TOT}) pada masing-masing dari empat bagian jalinan (jika 4-lengan) dengan cara memasukkan arus dari Kolom 8 kedalam kotak-kotak 10, 12, 14, dan 16 yang telah diberi tanda, kemudian hitung jumlah dari masing-masing kolom, dan masukkan hasilnya dalam Baris 22.

- Hitung rasio menjalin (p_W) pada masing-masing bagian jalinan sebagai rasio antara arus menjalin total dan arus tercatat total dalam Baris 22, dan masukkan hasilnya dalam Baris 23.

  $p_W = Q_W/Q_{TOT}$

- Hitung rasio kendaraan tak-bermotor untuk bagian jalinan secara menyeluruh yaitu pembagian dari arus tak-bermotor total (Baris 22, Kolom 17) dengan arus total dalam kend./jam (Baris 22, Kolom7). Masukkan hasilnya dalam Baris 24 Kolom 17.

  $p_{UM} = Q_{UM}/Q_{VEH}$

LANGKAH A-3: KONDISI LINGKUNGAN

Data lingkungan berikut diperlukan untuk perhitungan dan harus diisikan dalam kotak yang sesuai di bagian kanan atas Formulir SWEAV-II atau RWEAV-II.

1) Ukuran kota

Ukuran kota dimasukkan sebagai jumlah penduduk di seluruh daerah perkotaan dalam juta.

Ukuran kota	Jumlah penduduk (Juta)
Sangat kecil	< 0,1
Kecil	0,1 - 0,5
Sedang	0,5 - 1,0
Besar	1,0 - 3,0
Sangat besar	> 3,0

Tabel A-3:1 Kelas ukuran kota

2). Tipe lingkungan jalan

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut guna tanah dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktivitas sekitarnya. Hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu-lintas dengan bantuan Tabel A-3:2 di bawah:

Komersial	Guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Permukiman	Guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Akses terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping dsb).

Tabel A-3:2 Tipe lingkungan jalan

3) Kelas hambatan samping

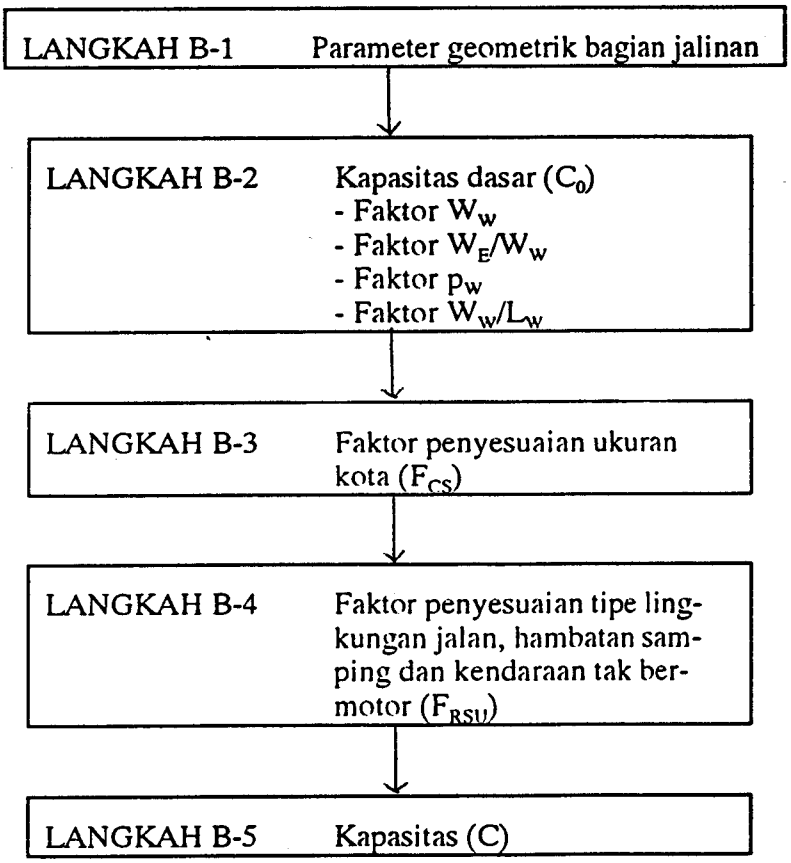
Hambatan samping menunjukkan pengaruh aktivitas samping jalan di daerah simpang pada arus berangkat lalu-lintas, misalnya pejalan kaki berjalan atau menyeberangi jalur, angkutan kota dan bis berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, kendaraan masuk dan keluar halaman dan tempat parkir di luar jalur. Hambatan samping ditentukan secara kualitatif dengan pertimbangan teknik lalu-lintas sebagai **Tinggi, Sedang** atau **Rendah.**

LANGKAH B: KAPASITAS

Kapasitas (smp/jam), dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$C = 135 \times W_W^{1,3} \times (1+W_E/W_W)^{1,5} \times (1-p_W/3)^{0,5} \times (1+W_W/L_W)^{-1,8} \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

Perhitungan dilakukan dalam beberapa langkah yang ditunjukkan pada bagan alir di bawah, gambar B:1.



Gambar B:1 Bagan alir perhitungan kapasitas

Data masukan untuk langkah-langkah perhitungan tersedia dalam Formulir SWEAV-I dan RWEAV-I seperti dijelaskan pada LANGKAH A dan B di atas. Formulir SWEAV-II dan RWEAV-II digunakan untuk memasukkan hasil analisa untuk bagian Jalinan tunggal dan Bundaran. Berbagai langkah yang berbeda diuraikan secara rinci di bawah.

LANGKAH B-1: PARAMETER GEOMETRIK BAGIAN JALINAN

Parameter geometrik berikut diperlukan untuk perhitungan, dan dimasukkan pada bagian pertama dari Formulir SWEAV-II atau RWEAV-II bertanda 1. "Parameter geometrik bagian jalinan".

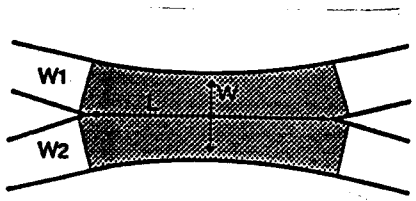
a) Lebar pendekat (W_1, W_2), Lebar masuk rata-rata (W_E), Lebar jalinan (W_W) dan Panjang jalinan (L_W)

- Masukkan lebar efektif masing-masing pendekat pada Kolom 2-3, dan lebar jalinan pada Kolom 5, lihat Gambar B-1:1 di bawah. Pada pendekat dan bagian jalinan yang sisi jalannya banyak digunakan parkir, lebar masuk pendekat pada masing-masing sisi yang dipakai parkir sebaiknya dikurangi 2 m.

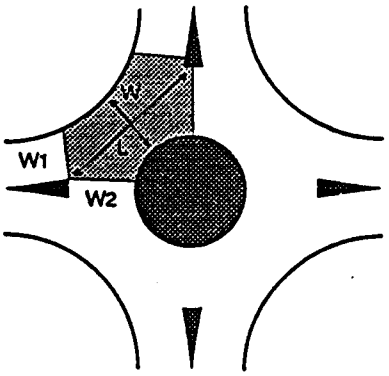
- Hitung lebar masuk rata-rata (W_E) untuk masing-masing bagian jalinan dan catat hasilnya pada Kolom 4.

$$W_E = \frac{W_1 + W_2}{2}$$

jika $W_1 > W$, $W_1 = W$
$W_2 > W$, $W_2 = W$



Bagian jalinan tunggal



Bagian jalinan bundaran

Gambar B-1:1 Ukuran dan tipe bagian jalinan

- Hitung rasio antara lebar masuk rata-rata dan lebar jalinan (W_E/W_W) untuk masing-masing bagian jalinan, dan masukkan hasilnya pada Kolom 6.

- Masukkan panjang masing-masing bagian jalinan (L_W) pada Kolom 7, dan hitung rasio antara lebar jalinan dan panjang jalinan (W_W/L_W) pada Kolom 8.

LANGKAH B-2: KAPASITAS DASAR

Kapasitas dasar dihitung dengan menggunakan rumus berikut. Variabel masukan adalah lebar jalinan (W_w), rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan (W_E/W_w), rasio menjalin (p_w) dan rasio lebar/panjang jalinan (W_w/L_w):

$$C_0 = 135 \times W_w^{1,3} \times (1+W_E/W_w)^{1,5} \times (1-p_w/3)^{0,5} \times (1+W_w/L_w)^{-1,8}$$

Rentang variasi untuk variabel ditetapkan secara empiris untuk pengembangan metode perhitungan seperti diuraikan pada Tabel 1.1:2.

Perhitungan kapasitas dasar untuk masing-masing bagian jalinan dikerjakan dengan bantuan bagian-2. "Kapasitas" pada Formulir SWEAV-II dan RWEAV-II seperti diuraikan di bawah.

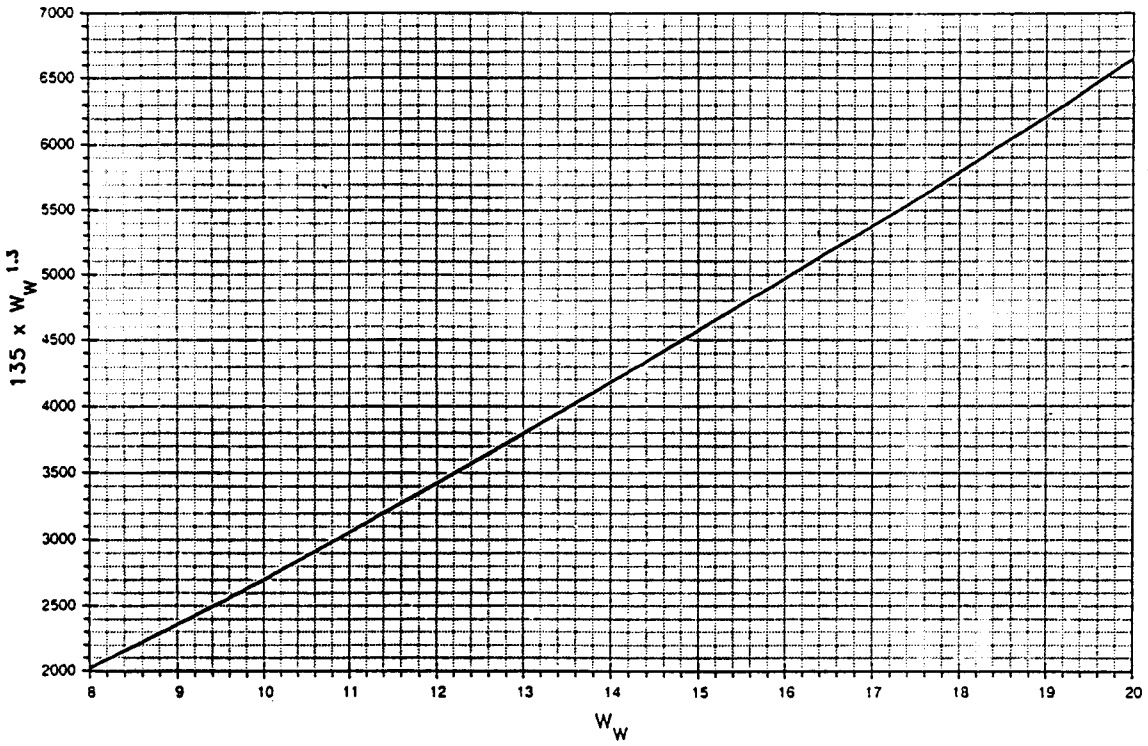
- Tentukan faktor-$W_w = 135\ W_w^{1,3}$ dengan bantuan Gambar B-2:1, dan masukkan hasilnya pada Kolom 21.

- Tentukan faktor-$W_E/W_w = (1+W_E/W_w)^{1,5}$ dengan bantuan Gambar B-2:2, dan masukkan hasilnya pada Kolom 22.

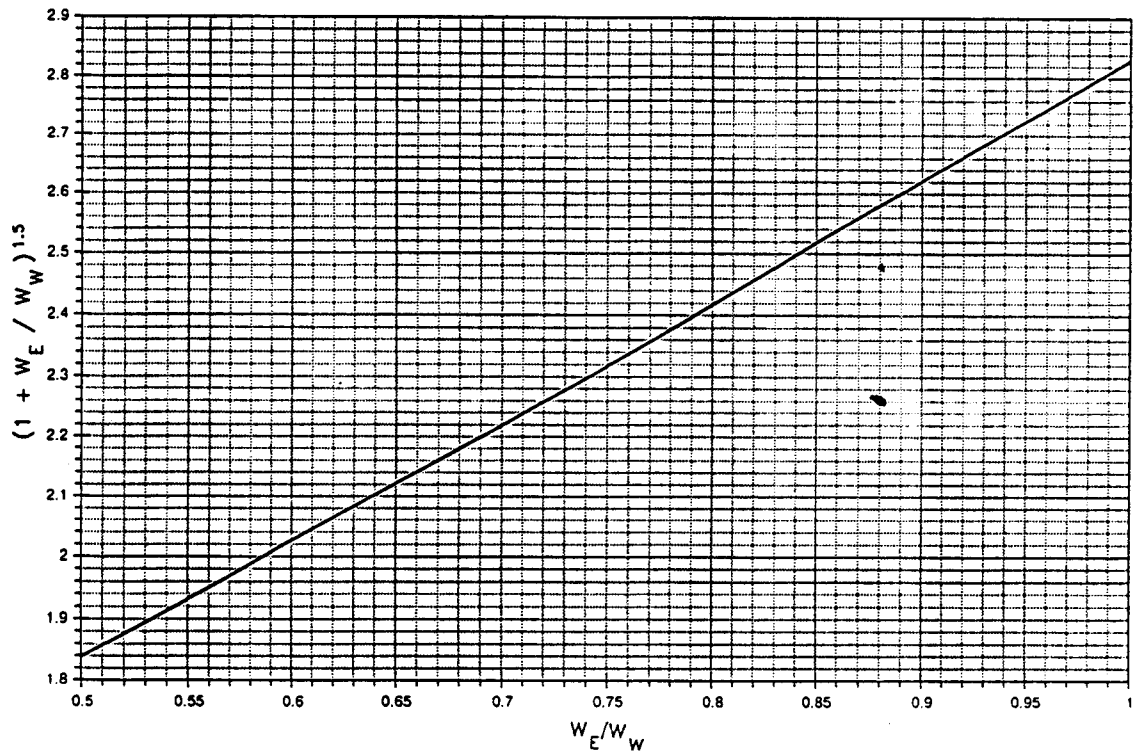
- Tentukan faktor-$p_w = (1-p_w/3)^{0,5}$ dengan bantuan Gambar B-2:3, dan masukkan hasilnya pada Kolom 23.

- Tentukan faktor-$W_w/L_w = (1+W_w/L_w)^{-1,8}$ dengan bantuan Gambar B-2:4, dan masukkan hasilnya pada Kolom 24.

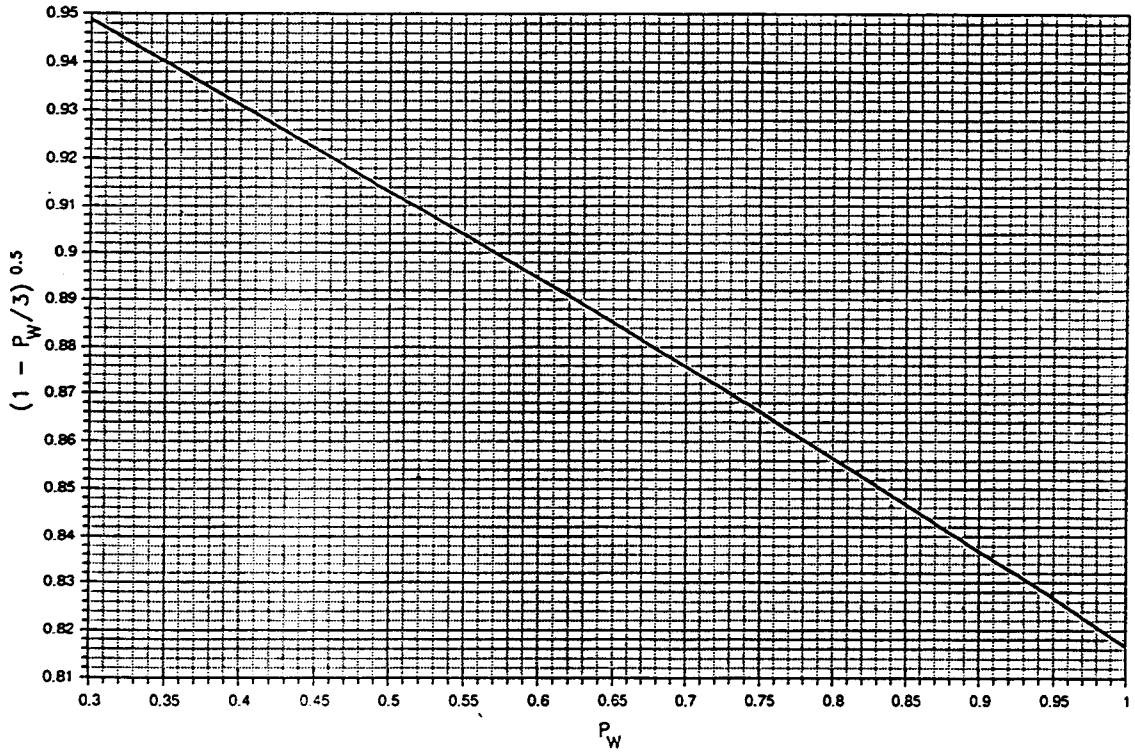
- Tentukan kapasitas dasar dengan mengalikan empat faktor pada Kolom 21-24 satu dengan lainnya dan masukkan hasilnya pada Kolom 25.



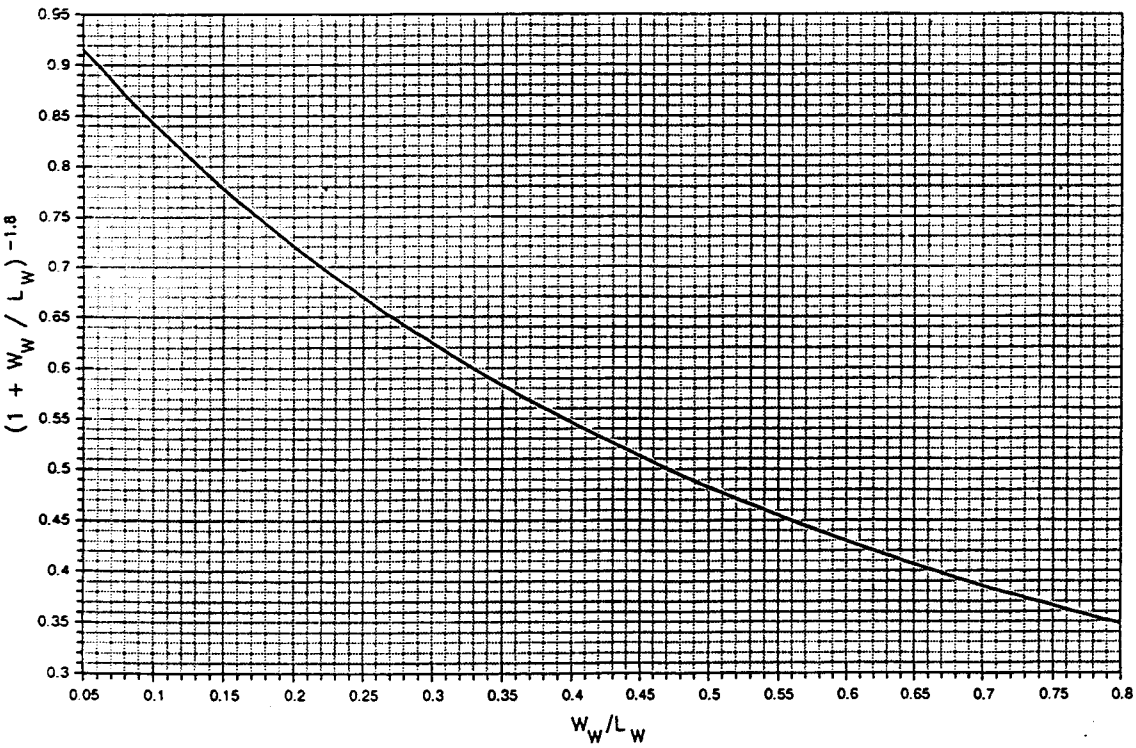
Gambar B-2:1 Faktor $W_W = 135\ W_W^{1.3}$



Gambar B-2:2 Faktor $W_E/W_W = (1+W_E/W_W)^{1.5}$



Gambar B-2:3 Faktor $p_{w} = (1\text{-}p_w/3)^{0,5}$



Gambar B-2:4 Faktor $W_w/L_w = (1+W_w/L_w)^{-1,8}$

LANGKAH B-3: FAKTOR PENYESUAIAN UKURAN KOTA (F_{CS})

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari Tabel B-3:1 berdasarkan jumlah penduduk kota (juta jiwa) sebagaimana tercatat pada bagian atas Formulir SWEAV-II atau RWEAV-II. Hasilnya dimasukkan ke dalam Kolom 26.

Ukuran kota (CS)	Penduduk (Juta)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 - 0,5	0,88
Sedang	0,5 - 1,0	0,94
Besar	1,0 - 3,0	1,00
Sangat besar	> 3,0	1,05

Tabel B-3:1 Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})

LANGKAH B-4: FAKTOR PENYESUAIAN TIPE LINGKUNGAN JALAN, HAMBATAN SAMPING DAN KENDARAAN TAK BERMOTOR (F_{RSU})

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor, ditentukan dengan menggunakan Tabel B-4:1 di bawah. Pembacaan tabel berdasarkan masukan yang tercatat pada sudut kanan atas Formulir SWEAV-II atau RWEAV-II untuk lingkungan jalan dan hambatan samping, sedangkan rasio kendaraan tak bermotor (p_{UM}) tercatat pada Formulir SWEAV-I (Baris 10 Kolom 9) atau RWEAV-I (Baris 23 Kolom 17). Nilai F_{RSU} dimasukkan pada Kolom 27.

Kelas tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor (p_{UM})					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥ 0,25
Komersial	tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	tinggi/sedang/rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Tabel B-4:1 Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

Tabel berdasarkan anggapan bahwa pengaruh kendaraan tak bermotor terhadap kapasitas adalah sama seperti kendaraan ringan, yaitu emp_{UM} = 1,0. Persamaan berikut dapat digunakan jika pemakai mempunyai bukti bahwa $emp_{UM} \neq 1,0$, yang mungkin merupakan keadaan jika kendaraan tak bermotor tersebut terutama berupa sepeda.

$$F_{RSU}(p_{UM} \text{ lapangan}) = F_{RSU}(p_{UM}=0) \times (1-p_{UM} \times emp_{UM})$$

LANGKAH B-5: KAPASITAS

Kapasitas bagian jalinan masing-masing, dihitung dengan menggunakan persamaan berikut, dimana berbagai faktornya telah dihitung dan dicatat pada Kolom 25-27:

$$C = C_0 \times F_{CS} \times F_{RSU} \quad \text{(smp/jam)}$$

Hasilnya dimasukkan pada Kolom 28.

Kapasitas bundaran, didefinisikan sebagai arus masuk atau keluar maksimum pada kondisi lalu-lintas dan lokasi yang ditentukan sebelumnya, yang dicapai pada saat bagian jalinan pertama mencapai kapasitasnya.

LANGKAH C: PERILAKU LALU-LINTAS

LANGKAH C-1: DERAJAT KEJENUHAN

Perilaku lalu-lintas bagian jalinan berkaitan erat dengan derajat kejenuhan. Bagian ketiga (3. "Perilaku lalu-lintas") dari Formulir SWEAV-II atau RWEAV-II digunakan untuk perhitungan ini.

Derajat kejenuhan, ditetapkan sebagai:

$$DS = Q_{smp}/C$$

dimana:

Q_{smp} = Arus total (smp/jam) dari Formulir SWEAV-I, Baris 8, Kolom 8; atau Formulir RWEAV-I Baris 22 Kolom 10, 12, 14 dan 16. Nilainya dimasukkan pada Formulir SWEAV-II atau RWEAV-II, Kolom 31.
$Q_{smp} = Q_{kend} \times F_{smp}$

F_{smp} = Faktor smp; $F_{smp} = (LV\% + HV\% \times emp_{HV} + MC\% \times emp_{MC})/100$

C = Kapasitas dari Formulir SWEAV-II atau RWEAV-II, Kolom 28.

Derajat kejenuhan bagian jalinan masing-masing dicatat pada Kolom 32 pada formulir yang sesuai.

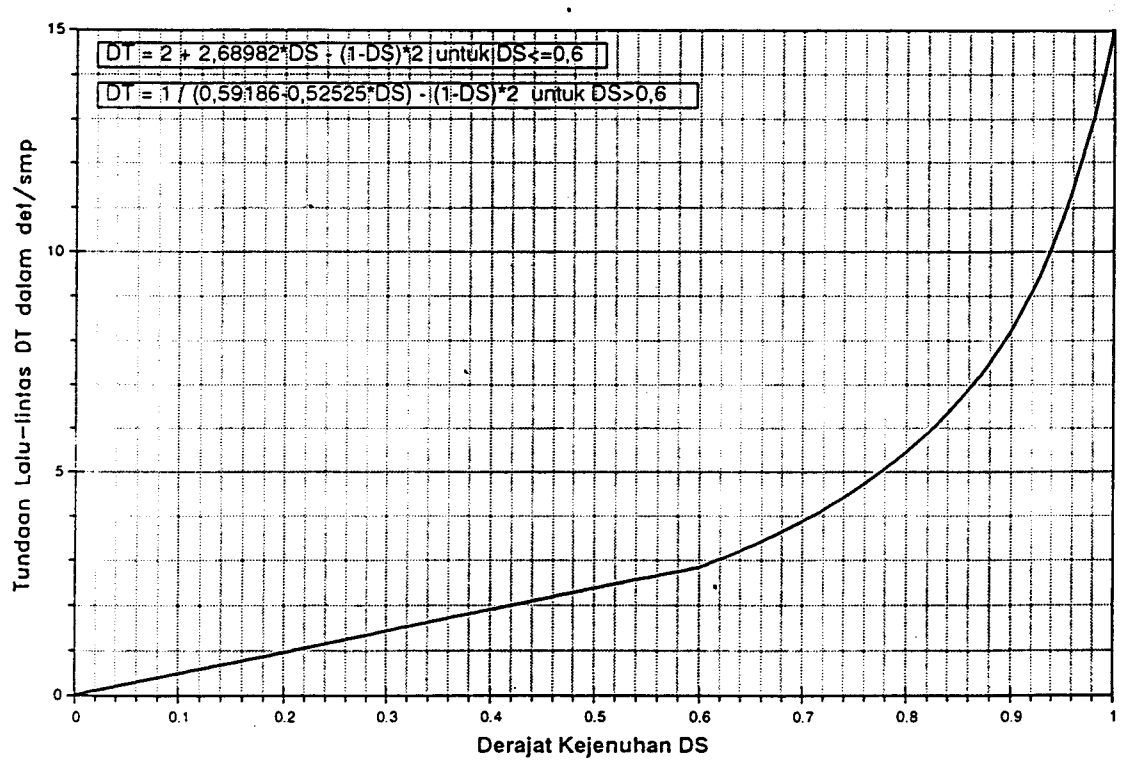
Derajat kejenuhan bundaran didefinisikan sebagai derajat kejenuhan bagian jalinan yang tertinggi dan dicatat dalam Formulir RWEAV-II Baris 5 Kolom 32.

LANGKAH C-2: TUNDAAN BAGIAN JALINAN BUNDARAN

1. Tundaan lalu-lintas bagian jalinan (DT)

Tundaan lalu-lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata lalu-lintas per kendaraan yang masuk ke bagian jalinan.

Tundaan lalu-lintas ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan lalu-lintas dan derajat kejenuhan, lihat gambar C-2:1.



Gambar C-2:1 Tundaan lalu-lintas bagian jalinan vs Derajat kejenuhan (DT vs DS)

Masukan DS didapat dari formulir RWEAV-II Kolom 32, dan pembacaan DT yang didapat dari gambar masing-masing bagian jalinan dicatat dalam Kolom 33 dalam formulir yang sama.

2. Tundaan lalu-lintas bundaran (DT_R)

Tundaan lalu-lintas bundaran adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk kedalam bundaran. Dihitung sebagai berikut :

$$DT_R = \sum (Q_i \times DT_i) / Q_{MASUK} \quad ; i = 1 \ldots n$$

dimana :

i	=	bagian jalinan i dalam bundaran
n	=	jumlah bagian jalinan dalam bundaran
Q_i	=	arus total pada bagian jalinan i (smp/jam)
DT_i	=	tundaan lalu-lintas rata-rata pada bagian jalinan i (det/smp)
Q_{masuk}	=	jumlah arus yang masuk bundaran (smp/jam)

Hasil perkalian dari arus (Kolom 31) dan tundaan (Kolom 33) dimasukkan dalam Kolom 34 untuk masing-masing bagian jalinan. Jumlah dari nilai-nilai tersebut merupakan tundaan lalu-lintas bundaran total, dimasukkan dalam Baris 5 kolom yang sama. Dengan pembagian total ini dengan arus total Q_{MASUK} (Formulir RWEAV-I Baris 22, Kolom 8), tundaan lalu-lintas rata-rata semua lalu-lintas dalam bundaran didapatkan dan dimasukkan dalam Baris 6, Kolom 34.

3. Tundaan Bundaran (D_R)

Tundaan bundaran adalah tundaan lalu-lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran dan dihitung sebagai berikut:

$$D_R = DT_R + 4 \quad (\text{det/smp})$$

Rumusnya adalah dengan menambahkan tundaan geometrik rata-rata (4 det/smp) pada tundaan lalu-lintas.

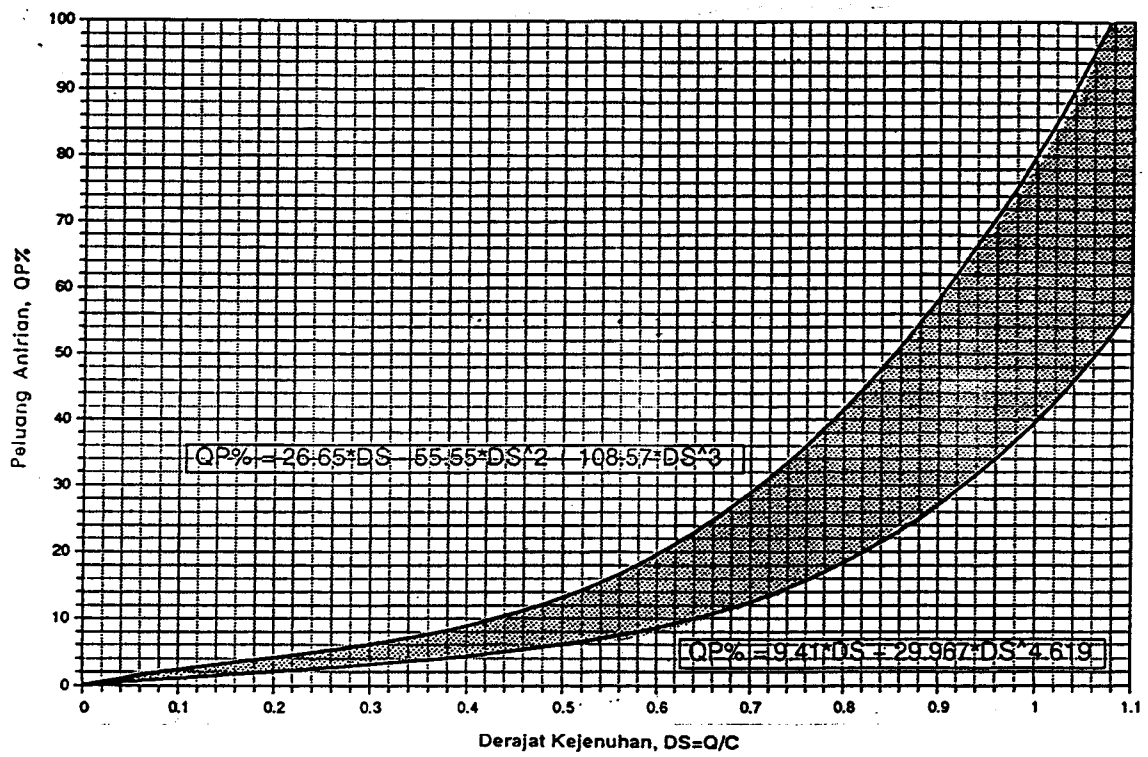
Hasilnya dimasukkan dalam Baris 7, Kolom 34.

LANGKAH C-3: PELUANG ANTRIAN - BAGIAN JALINAN BUNDARAN

1. Peluang antrian bagian jalinan (QP%)

Peluang antrian dihitung dari hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan seperti terlihat pada Gambar C-3:1 dibawah.

Variabel masukan Derajat Kejenuhan didapat dari Formulir RWEAV-II Kolom 32, dan pembacaan nilai QP masing-masing bagian jalinan dari gambar, dicatat dalam Kolom 35.dalam formulir yang sama.



Gambar C-3:1 Peluang antrian vs Derajat kejenuhan (QP Vs DS)

2. Peluang antrian Bundaran (QP_R%)

Peluang antrian bundaran ditentukan dari nilai:

$QP_R\%$ = maks. dari ($QP_i\%$) ; i = 1 ... n

Masukkan hasilnya dalam baris 8, kolom 35.

LANGKAH C-4: KECEPATAN TEMPUH - BAGIAN JALINAN TUNGGAL

Kecepatan tempuh dihitung dalam dua langkah sebagai berikut:

1. Perkiraan kecepatan arus bebas

2. Perkiraan kecepatan tempuh

Variabel masukan adalah rasio-jalinan (p_W), dari LANGKAH A-2 dan derajat kejenuhan dari LANGKAH D. Hasilnya dicatat pada bagian 3. "Perilaku lalu-lintas" pada Formulir SWEAV-II.

1. Kecepatan arus bebas

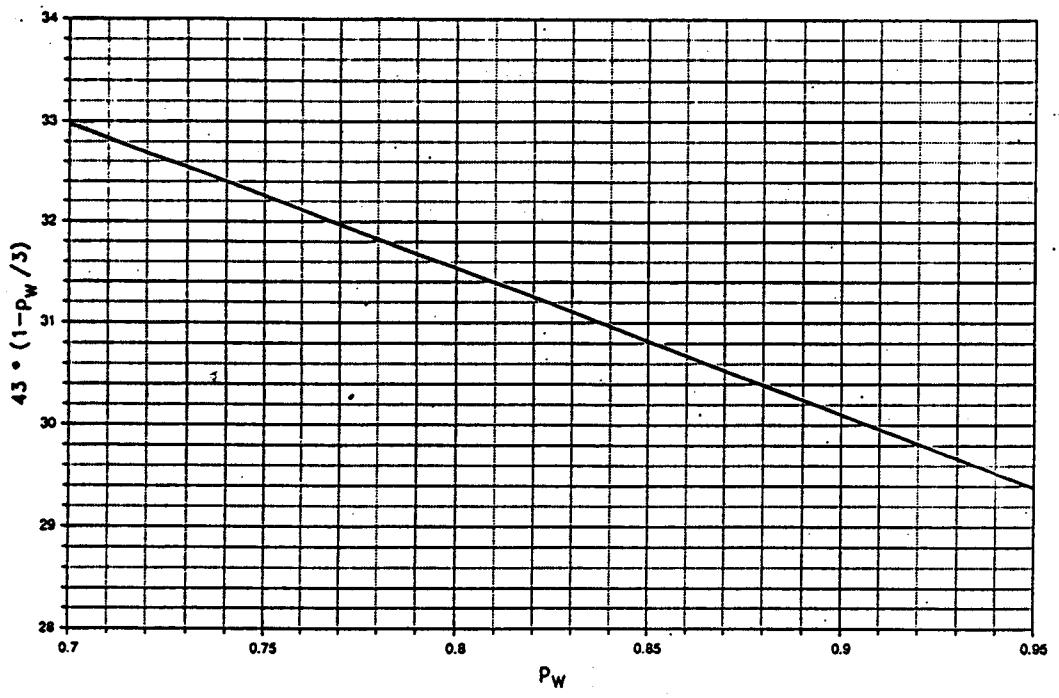
Kecepatan arus bebas ditentukan dari persamaan berikut:

$V_0 = 43 \times (1-p_W/3)$,

dimana p_W = rasio arus jalinan/arus total

Perhitungan kecepatan arus bebas dikerjakan dengan bantuan Formulir SWEAV-II, bagian 3. "Perilaku lalu-lintas" seperti diuraikan dibawah.

- Tentukan kecepatan arus bebas (V_o) yaitu nilai faktor-p_W = $43 \times (1-p_W/3)$ dari Gambar C-4:1, dan masukkan hasilnya ke dalam Kolom 33. Nilai p_W yang diperlukan untuk pembacaan gambar diperoleh dari Formulir SWEAV-I, Baris 9 Kolom 8.



Gambar C-4:1 Faktor $p_W = 43 \times (1-p_W/3)$

Rentang variabel dasar empiris dari manual diberikan pada Tabel G-1:1 di bawah. Penggunaan metode di luar rentang ini adalah tidak pasti.

Variabel	Min.	Rata-rata	Maks.
Lebar masuk (W_E)	8	9,7	11
Lebar jalinan (W_W)	8	11,6	20
Panjang jalinan (L_W)	50	84	121
Rasio lebar/panjang (W_W/L_W)	0,07	0,14	0,20
Rasio-jalinan (p_W)	0,69	0,80	0,95

Tabel C-4:1 Rentang empiris model kecepatan arus bebas

Catatan: Model kecepatan arus bebas menganggap bahwa geometri membatasi kecepatan masuk. Jika informasi kecepatan bebas yang lebih baik tersedia maka sebaiknya dipergunakan. Kemungkinan lain adalah menggunakan model kecepatan arus bebas jalan perkotaan yang terdapat pada Bab 5.
Untuk Semanggi di Jakarta, satu dari lokasi lapangan yang tidak digunakan untuk model kecepatan bebas, kecepatan bebas adalah sekitar 60 km/jam.

2. Perkiraan kecepatan tempuh

Kecepatan tempuh (V) ditentukan dari persamaan berikut:

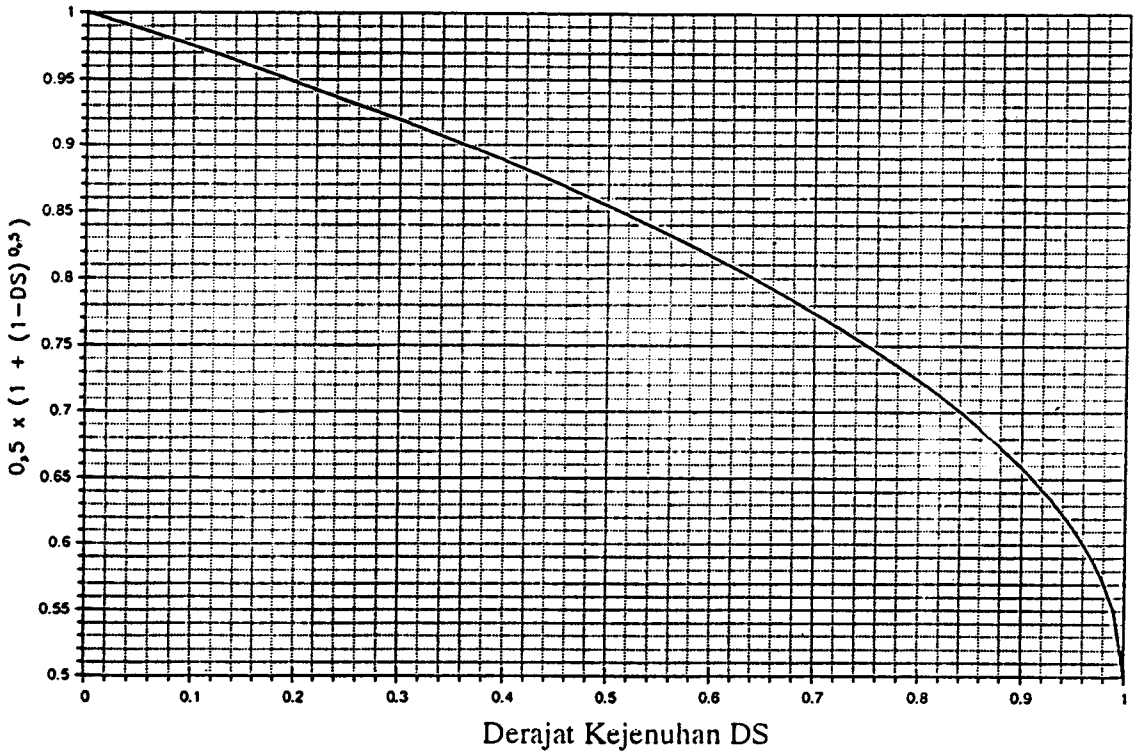
$$V = V_o \times 0,5 \ (1+(1-DS)^{0.5})$$

dimana:
V_o = Kecepatan arus bebas (km/jam)
DS = Derajat kejenuhan yang dihitung pada Langkah C-1

Perhitungan kecepatan tempuh dikerjakan dengan bantuan Formulir SWEAV-II, bagian 3. "Perilaku lalu-lintas" seperti diuraikan di bawah.

- Tentukan faktor-DS = $(0,5\times(1+(1-DS)^{0.5})$ dengan bantuan Gambar C-4:2, dan masukkan hasilnya dalam Kolom 34. Nilai DS yang diperlukan untuk pembacaan gambar diperoleh dari Kolom 32.

- Hitung kecepatan tempuh dengan mengalikan nilai pada Kolom 33 dan 34 dan masukkan hasilnya pada Kolom 35.



Gambar C-4:2 Faktor DS = $0,5\times(1+(1-DS)^{0,5})$

LANGKAH C-5: WAKTU TEMPUH - BAGIAN JALINAN TUNGGAL

Waktu tempuh bagian jalinan tunggal (TT) dihitung dengan rumus berikut menggunakan kecepatan tempuh dan panjang jalinan sebagai masukan:

$TT = L_W \times 3,6/V$

di mana:

L_W = Panjang jalinan (Kolom 7)
V = Kecepatan tempuh (Kolom 35)

Hasilnya dimasukkan pada Kolom 36.

LANGKAH C-6: PENILAIAN PERILAKU LALU-LINTAS

Manual ini terutama direncanakan untuk memperkirakan kapasitas dan perilaku lalu-lintas untuk kondisi tertentu berkaitan dengan rencana geometrik jalan, lalu-lintas dan lingkungan. Karena hasilnya biasanya tidak dapat diperkirakan sebelumnya, mungkin diperlukan beberapa perbaikan dengan pengetahuan para ahli lalu-lintas, terutama kondisi geometrik, untuk memperoleh perilaku lalu-lintas yang diinginkan berkaitan dengan kapasitas dan tundaan dan sebagainya. Sasaran yang dipilih dimasukkan dalam Formulir SWEAV-II, Kolom 37.

Cara yang paling cepat untuk menilai hasil adalah dengan melihat derajat kejenuhan (DS) untuk kondisi yang diamati, dan membandingkannya dengan pertumbuhan lalu-lintas tahunan dan "umur" fungsional yang diinginkan dari bagian jalinan tersebut. Jika nilai DS yang diperoleh terlalu tinggi (> 0,75), pengguna manual mungkin ingin merubah asumsi yang berkaitan dengan lebar masuk dan sebagainya, dan membuat perhitungan yang baru. Hal ini akan membutuhkan formulir yang baru dengan soal yang baru. Penilaian tentang perhitungan ini dimasukkan dalam Formulir RWEAV-II, Kolom 37 atau SWEAV-II, Kolom 38.

---

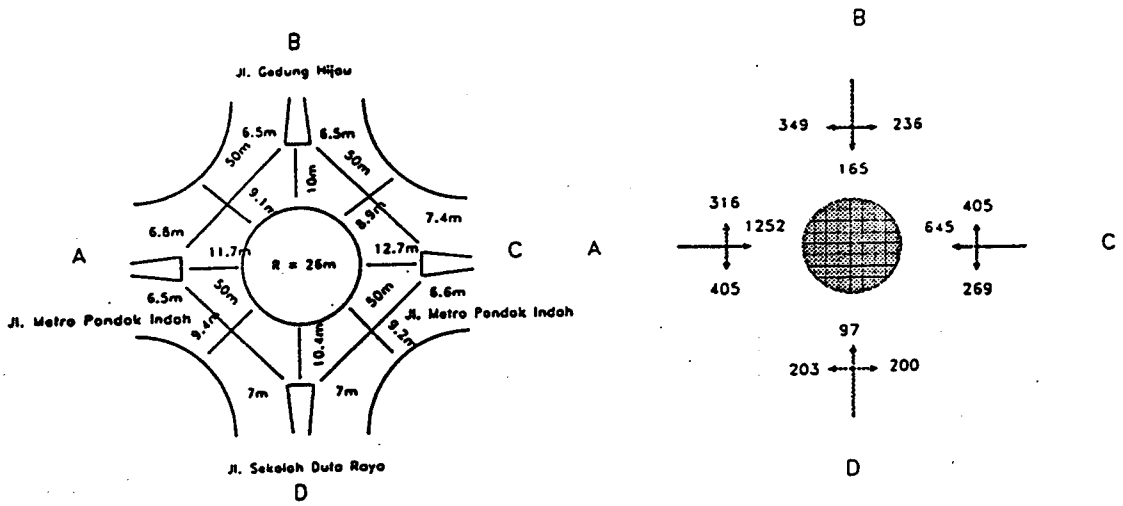
4. CONTOH PERHITUNGAN

4.1 CONTOH-1: BAGIAN JALINAN BUNDARAN

CONTOH

a) Tentukan kapasitas, derajat kejenuhan dan tundaan pada bagian jalinan bundaran antara Jl. Metro Pondok Indah dan Jl. Gedung Hijau - Jl. Sekolah Duta Raya dengan denah dan lalu-lintas seperti tampak pada Gambar 4.1:1 di bawah. Situasi lalu-lintas diamati pada jam 09-10 pagi tanggal 14 Agustus 1991. Bagian jalinan ini terletak di kota yang sangat besar, kota Jakarta, pada daerah komersial dengan hambatan samping sedang.

b) Berapa tundaan bundaran rata-rata?



Tipe kendaraan	Pendekat											
	A			B			C			D		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
MV	316	1252	405	236	165	349	269	645	405	203	97	200
UM	6	25	8	5	3	7	5	13	8	4	2	4

Komposisi lalu-lintas: LV = 79%, HV = 3%, MC = 18%

Gambar 4.1:1 Contoh denah dan lalu-lintas

Penyelesaian:

a) Formulir RWEAV-I dan RWEAV-II pada halaman berikut menunjukkan perhitungan dan hasil tersebut dirangkum di bawah:

Kapasitas:
- bagian jalinan A-B: 4216 smp/jam
- bagian jalinan B-C: 3897 smp/jam
- bagian jalinan C-D: 4450 smp/jam
- bagian jaliana A-D: 4177 smp/jam

Derajat kejenuhan:
- bagian jalinan A-B: 0,583
- bagian jalinan B-C: 0,615
- bagian jalinan C-D: 0,462
- bagian jalinan A-D: 0,418

Tundaan lalu-lintas:
- bagian jalinan A-B: 2,73 det/smp
- bagian jalinan B-C: 2,95 det/smp
- bagian jalinan C-D: 2,17 det/smp
- bagian jalinan A-D: 1,96 det/smp

b) Tundaan lalu-lintas bundaran rata-rata ditentukan sebagai tundaan lalu-lintas setiap kendaraan masuk.

Tundaan lalu-lintas bundaran rata-rata = 21667 det/jam : 4175 smp/jam
= 5,19 det/smp

Tundaan bundaran rata-rata = 5,19 + 4 = 9,19 det/smp.

3860/CHAP4/EXAMPLES/RWEAV1-X1/25/4/1995/KLB Rev 27/8/96/PHT/EN

Formulir RWEAV - I

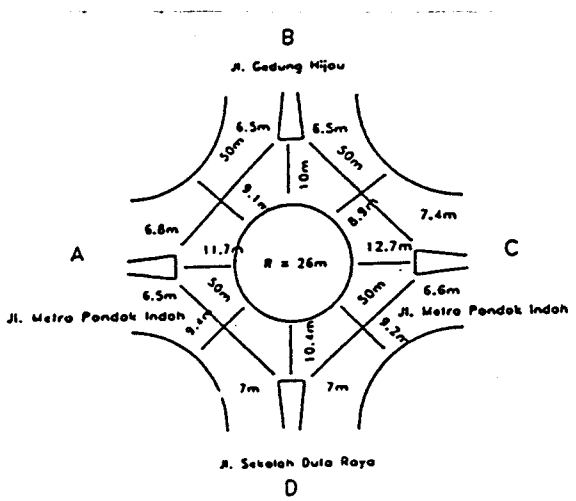
BAGIAN JALINAN BUNDARAN

FORMULIR RWEAV-I:

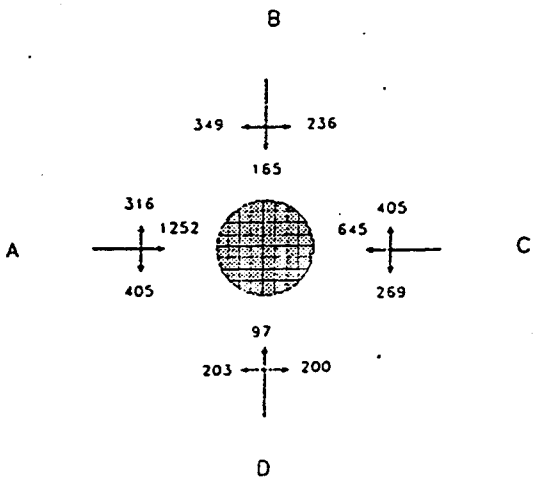
- **GEOMETRI**
- **ARUS LALU LINTAS**

Tanggal:	*14 Desember 1995*	Ditangani oleh:	*PHT*
Kota:	*Jakarta*	Propinsi:	*DKI Jaya*
Jalan A-C:	*Jl. Metro Pondok Indah*		
Jalan B-D:	*Jl. Gd. Hijau - Jl. Sekolah Duta Raya*		
Soal:	*Contoh*		
Periode:	*09.00 - 10.00 pagi*		

Geometri bagian jalinan



Denah arus lalu lintas



ARUS LALU LINTAS

1	Komposisi	LV%	*79*	HV%	*3*	MC%	*18*	Faktor-smp		Faktor-k								
	Tipe kendaraan	Kendaraan ringan LV		Kendaraan berat HV		Sepeda motor MC		Total kend. bermotor		Bagian jalinan								Kend. tak bermotor (UM)
	emp	emp = 1,0		emp = 1,3		emp = 0,5		MV		AB		BC		CD		DA		
	Pendekat/ gerakan	kend/j	smp/j	kend/j	smp/j	kend/j	smp/j	kend/j	smp/j	Arus men-jalin	Arus total	Arus men-jalin	Arus total	Arus men-jalin	Arus total	Arus men-jalin	Arus total	kend/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
2	A - LT							*316*	*290*									*6*
3	- ST							*1252*	*1151*	*1151*		*1151*	*1151*					*25*
4	- RT							*405*	*372*	*372*			*372*	*372*	*372*			*8*
5	- UT							*0*										*0*
6	Total							*1973*	*1813*		*1813*							*39*
7	B - LT							*236*	*217*									*5*
8	- ST							*165*	*152*			*152*		*152*	*152*			*3*
9	- RT							*349*	*321*			*321*			*321*	*321*	*321*	*7*
10	- UT							*0*										*0*
11	Total							*750*	*690*				*690*					*15*
12	C - LT							*269*	*247*									*5*
13	- ST							*645*	*593*					*593*		*593*	*593*	*13*
14	- RT							*405*	*372*	*372*	*372*			*372*			*372*	*8*
15	- UT							*0*										*0*
16	Total							*1319*	*1212*						*1212*			*26*
17	D - LT							*203*	*187*									*4*
18	- ST							*97*	*89*	*89*	*89*					*89*		*2*
19	- RT							*200*	*184*		*184*	*184*	*184*			*184*		*4*
20	- UT							*0*										*0*
21	Total							*500*	*460*								*460*	*10*
22	Total							*4542*	*4175*	*1984*	*2458*	*1808*	*2397*	*1489*	*2057*	*1187*	*1746*	*90*
23	Rasio menjalin									*0,807*		*0,754*		*0,724*		*0,680*		
24	UM/MV ratio																	*0,020*

3860/CHAP4/EXAMPLES/RWEAV2-X1.WO1
28 August 1996/BH

Formulir RWEAV-II

BAGIAN JALINAN BUNDARAN	Tanggal: *14 Desember 1995*	Ditangani oleh: *PHT*
FORMULIR RWEAV-II:	Kota: *Jakarta*	Ukuran kota juta orang: *8,2*
- ANALISA	Jalan A-C: *Jl. Metro Pondok Indah*	Lingkungan jalan: *Komersial*
	Jalan B-D: *Jl. Gd. Hijau - Jl. Sekolah*	Hambatan samping: *Rendah*
	Soal: *Contoh*	Periode: *09:00 - 10:00 pagi*

1. Parameter geometri bagian jalinan

	Bagian jalinan	Lebar masuk		Lebar masuk rata-rata	Lebar jalinan	W_E/W_W	Panjang jalinan	W_W/L_W
		Pendekat 1	Pendekat 2	W_E	W_W		L_W	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	AB	*6,80*	*11,70*	*9,25*	*9,10*	*1,016*	*50,0*	*0,182*
2	BC	*6,50*	*10,00*	*8,25*	*8,90*	*0,927*	*50,0*	*0,178*
3	CD	*6,60*	*12,70*	*9,65*	*9,20*	*1,049*	*50,0*	*0,184*
4	AD	*7,00*	*10,40*	*8,70*	*9,40*	*0,926*	*50,0*	*0,188*

2. Kapasitas

	Bagian jalinan	Faktor-W_W	Faktor-W_E/W_W	Faktor-p_W	Faktor-W_W/L_W	Kapasitas dasar	Faktor penyesuaian		Kapasitas
							Ukuran kota	Lingk. jalan	
		Gbr B-2:1	Gbr. B-2:2	Gbr. B-2:3	Gbr. B-2:4	C_o smp/jam	F_{CS} Tab. B-3:1	F_{RSU} Tab. B-4:1	C smp/jam
	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)
1	AB	*2383*	*2,863*	*0,855*	*0,740*	*4318*	*1,05*	*0,931*	*4222*
2	BC	*2315*	*2,675*	*0,865*	*0,745*	*3989*	*1,05*	*0,931*	*3900*
3	CD	*2417*	*2,933*	*0,871*	*0,738*	*4556*	*1,05*	*0,931*	*4455*
4	AD	*2485*	*2,672*	*0,879*	*0,733*	*4282*	*1,05*	*0,931*	*4187*

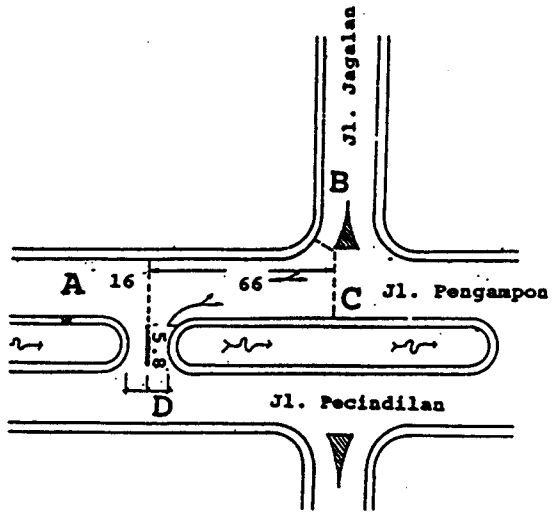
3. Perilaku lalu-lintas

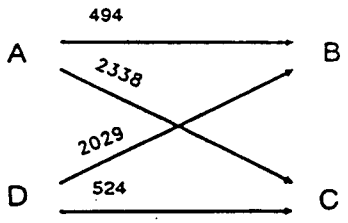
	Bagian Jalinan	Arus bagian jalinan Q smp/jam	Derajat kejenuhan DS (31)/(28)	Tundaan lalu-lintas DT Gbr. C-2:1 det/smp	Tundaan lalu-lintas total $DT_{TOT}=QxDT$ (31)x(33) det/jam	Peluang antrian QP% Gbr. C-3:1	Sasaran
	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)
1	AB	*2458*	*0,582*	*2,73*	*6710*	*8 - 18*	
2	BC	*2397*	*0,615*	*2,95*	*7071*	*9 - 21*	
3	CD	*2057*	*0,462*	*2,17*	*4464*	*5 - 11*	
4	AD	*1746*	*0,417*	*1,96*	*3422*	*4 - 9*	
5	DS dari jalinan DS_R		0,615	Total	*21667*		
6	Tundaan lalu-lintas bundaran rata-rata DT_R det/smp				*5,19*		
7	Tundaan bundaran rata-rata D_R (DT_R+4) det/smp				*9,19*		
8	Peluang antrian bundaran QP_R%					*9 - 21*	

Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (37)

4.2 CONTOH-2: BAGIAN JALINAN TUNGGAL

Bagian jalinan antara Jl. Pengampon dan Jl. Jagalan di Surabaya diamati pada jam 07:00-08:00 pagi tanggal 28 Oktober 1991. Denah geometri dan arus lalu-lintas tampak pda Gambar 4.2:1. Bagian jalinan ini terletak pada daerah komersial dengan hambatan samping tinggi. Hitung kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan tempuh dan waktu tempuh pada bagian jalinan tunggal tersebut. (Surabaya merupakan kota besar dengan penduduk 2,5 juta).





Tipe kendaraan	Pergerakan			
	A - B	A - C	D - B	D - C
LV	212	1005	872	225
HV	35	164	142	37
MC	247	1169	1015	262
UM	5	23	20	5

Gambar 4.2:1 Contoh denah dan lalu-lintas

Penyelesaian:

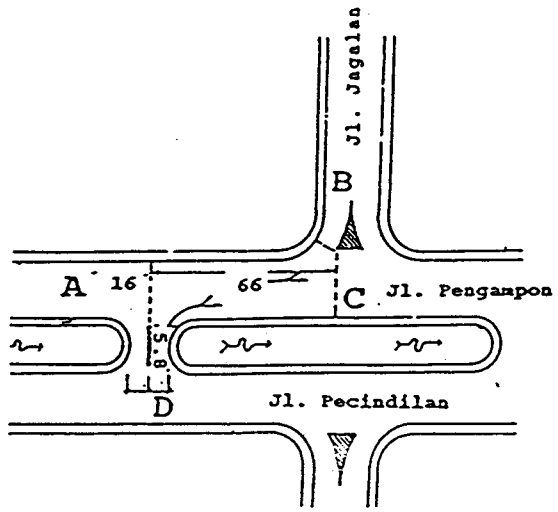
Lihat Formulir SWEAV-I dan SWEAV-II yang telah terisi pada halaman berikut.
Kapasitas: 5751 smp/jam
Derajat kejenuhan: 0,72
Kecepatan tempuh: 24,0 km/jam
Waktu tempuh rata-rata: 9,9 detik.

3860/CHAP4/EXAMPLES/SWEAV1-X2.WQ1
25 April 1995/KLB Rev. 27 August 1996/PHT/EN

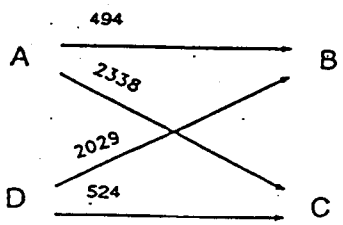
Formulir SWEAV - I

BAGIAN JALINAN TUNGGAL	Tanggal:	*17 Januari 1996*	Ditangani oleh:	*PHT*
FORMULIR SWEAV-I:	Kota:	*Surabaya*	Propinsi:	*Jawa Timur*
- GEOMETRI	Jalan A-C:	*Jl. Pengampon*		
- ARUS LALU LINTAS	Jalan B-D:	*Jl. Jagalan*		
	Soal:	*Contoh*		
	Periode:	*07:00 - 08:00 pagi*		

Geometri bagian jalinan



Denah arus lalu lintas



ARUS LALU LINTAS

1	Komposisi	LV%		HV%		MC%		Faktor-smp		Faktor-k	
	Tipe kendaraan emp	Kendaraan ringan LV emp = 1,0		Kendaraan berat HV emp = 1,3		Sepeda motor MC emp = 0,5		Kend. bermotor total MV		Kendaraan tak bermotor (UM)	
	Pendekat/gerakan	kend/jam (1)	smp/jam (2)	kend/jam (3)	smp/jam (4)	kend/jam (5)	smp/jam (6)	kend/jam (7)	smp/jam (8)	kend/jam (9)	
2	A w	*1005*	*1005*	*164*	*213*	*1169*	*585*	*2338*	*1803*	*23*	
3	D w	*872*	*872*	*142*	*185*	*1015*	*508*	*2029*	*1565*	*20*	
4	Menjalin, total	*1877*	*1877*	*306*	*398*	*2184*	*1093*	*4367*	*3368*	*43*	
5	A nw	*212*	*212*	*35*	*46*	*247*	*124*	*494*	*382*	*5*	
6	D nw	*225*	*225*	*37*	*48*	*262*	*131*	*524*	*404*	*5*	
7	Tidak menjalin, total	*437*	*437*	*72*	*94*	*509*	*255*	*1018*	*786*	*10*	
8	Total	*2314*	*2314*	*378*	*492*	*2693*	*1348*	*5385*	*4154*	*53*	
9								Rasio menjalin	*0,81*		
10									Rasio UM/MV	*0,01*	

3860/CHAP4/EXAMPLES/SWEAV2-X2.WQ1
25 April 1995/KLB Rev. 28 August 1996/PHT/BH/EN

Formulir SWEAV - II

BAGIAN JALINAN TUNGGAL	Tanggal: *17 Januari 1996*	Ditangani oleh: *PHT*
FORMULIR SWEAV-II:	Kota: *Surabaya*	Ukuran kota juta orang: *2,5*
- ANALISA	Jalan A-C: *Jl. Pengampon*	Lingkungan jalan: *Komersial*
	Jalan B-D: *Jl. Jagalan*	Hambatan samping: *Tinggi*
	Soal: *Contoh*	Periode: *07:00 - 08:00 pagi*

1. Parameter geometri bagian jalinan

	Pilihan	Lebar masuk		Lebar masuk rata-rata	Lebar jalinan	W_E/W_W	Panjang jalinan	W_W/L_W
		Pendekat 1	Pendekat 2	W_E	W_W		L_W	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	*1*	*16*	*5,8*	*10,9*	*16*	*0,681*	*66*	*0,242*
2								
3								
4								

2. Kapasitas

	Pilihan	Faktor-W_W	Faktor-W_E/W_W	Faktor-p_W	Faktor-W_W/L_W	Kapasitas dasar	Faktor penyesuaian		Kapasitas
							Ukuran kota	Lingk. jalan	
		Gbr B-2:1	Gbr. B-2:2	Gbr. B-2:3	Gbr. B-2:4	C_o smp/jam	F_{CS} Tab. B-3:1	F_{RSU} Tab. B-4:1	C smp/jam
	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)
1	*1*	*4962*	*2,179*	*0,854*	*0,677*	*6251*	*1,00*	*0,92*	*5751*
2									
3									
4									

3. Perilaku lalu lintas

	Pilihan	Arus lalu-lintas	Derajat kejenuhan	Kecepatan arus bebas	Kecepatan tempuh V		Waktu temp	Sasaran
		Q smp/jam	DS (31)/(28)	V_o = faktor-p_W Gbr. C-4:1	Faktor-DS Gbr. C-4:1	V (33)x(34) km/jam	rata-rata TT det	
	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)
1	*1*	*4154*	*0,72*	*31,4*	*0,765*	*24,0*	*9,9*	
2								
3								
4								

Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (38)

4.3 CONTOH-3: PERANCANGAN BUNDARAN

Tentukan tipe bundaran yang sesuai berdasarkan analisa biaya siklus hidup (BSH) dan perilaku lalu-lintas untuk kondisi berikut:

Lalu-lintas: $LHRT_U$ = 4.870 kend/hari
$LHRT_S$ = 3.250 kend/hari
$LHRT_T$ = 7.590 kend/hari
$LHRT_B$ = 6.210 kend/hari
Pertumbuhan lalu-lintas tahunan: 7%

Lingkungan: Permukiman
Hambatan samping rendah
Ukuran kota 0,8 juta orang

Penyelesaian:

Arus lalu-lintas dalam LHRT diubah menjadi Arus jam rencana (Q_{DH}) dengan faktor k pada tabel A-2:1.

$Q_{DH,U}$ = 4.870 × 0,105 = 511 kend/jam
$Q_{DH,S}$ = 3.250 × 0,105 = 341 kend/jam
$Q_{DH,T}$ = 7.590 × 0,105 = 797 kend/jam
$Q_{DH,B}$ = 6.210 × 0,105 = 652 kend/jam

Arus jalan utama = 797 + 652 = 1449 kend/jam
Arus jalan minor = 511 + 341 = 852 kend/jam
Dianggap rasio belok LT/RT = 15/15 (dari Tabel A-2:3)
Pemisahan arah = 1449/852 = 1,70

Untuk memilih bundaran yang ekonomis, arus simpang total tahun 1 harus disesuaikan.

$$Q_1 = (1449 + 852) \times (1 + 0{,}07)^{10} / (1 + 0{,}065)^{10} = 2411 \text{ kend/jam}$$

Berdasarkan Tabel 2.3.3:1, bundaran yang diperlukan untuk arus 2411 kend/jam adalah R10-12.

Untuk memilih tipe bundaran berdasarkan analisa perilaku lalu-lintas, arus jalan utama tahun 1 dan 10 disesuaikan untuk menentukan perilaku lalu-lintas dengan menggunakan Gambar 2.3.3:3.

$$Q_{MA,1} = 1449 \times (0{,}94/1{,}00) \times (0{,}724/0{,}8055) \times (0{,}83/0{,}92) = 1104 \text{ kend/jam}$$

$$Q_{MA,10} = 1104 \times (1 + 0{,}07)^{10} = 2172 \text{ kend/jam}$$

Pada arus jalan utama 1104 dan 2172 kend/jam, derajat kejenuhan untuk R10 - 12 masing-masing 0,3 dan 0,65.

5. KEPUSTAKAAN

W1.	Budiartono, A	Capacity of road traffic weaving zones. Thesis, Institut Teknologi Bandung, 1986.
W2.	Roess, McShane Crowley, Lee	Weaving area - design and analysis NCHRP report 159, 1975.
W3.	Transportation Research Board	Highway Capacity Manual TRB Special Report 209, 1985.
W4.	Transportation Research Board	Highway Capacity Manual TRB Special Report 209, 1994.
W5.	Stuwe	Capacity and Safety of roundabouts in Germany. Intersections without traffic signals II, p 1-12. Springer Verlag, 1991.
W6.	Simon	Roundabouts in Switzerland. Intersections without traffic signals II, p 41-52. Springer Verlag 1991.
W7.	Troutbeck	Evaluating the performance of a roundabout Australian Road Research Board SR 45, 1989.
W8.	National Swedish Road Administration	Swedish Capacity Manual - an introduction. Statens Vägverk (The National Swedish Road Administration) Intern-rapport 24, 1978.
W9.	Wardrop	The traffic capacity of weaving sections of roundabouts Proceedings of the First International Conference of Operations Research, p 266. Oxford 1957.
W10.	Wardrop	Road Research 1961. HMSO 1962.
W11.	Glen, Sumner Kimber	The capacity of offside priority roundabout entries. TRRL Report SR 436, 1978.
W12.	Guichet	GIRABASE - Computer software to estimate capacity in roundabouts (in French). CETE QUEST MAN. 1988.
W13.	Direktorat Jenderal Bina Marga	Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan. Departemen Pekerjaan Umum, 1992.
W14.	Hoff&Overgaard, PT Multi Phi Beta	Road User Cost Model, Directorate General of Highways, 1992.

Ringkasan:

W15.	Brilon, W. (ed)	Intersections without Traffic Signals. Springer Verlag. 1988.
W16.	Brilon, W. (ed)	Intersections without Traffic Signals II. Springer Verlag. 1991.
W17.	Kimber & Hollis	Traffic queues and delays at road junctions. TRRL Laboratory Report 909. 1979.
W18.	Troutbeck	Capacity and delays at roundabouts - a literature review. Australian Road Research Board 14(4) p 205-216, 1984.
W19.	Bang, K-L. Bergh, T. Marler, N.W.	Indonesian Highway Capacity Manual Project, Final Technical Report Phase 1: Urban Traffic Facilities. Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia. January 1993.
W20.	Bang, K-L, Lindberg, G. Schandersson, R.	Indonesian Highway Capacity Manual Project. Final Technical Report Phase 3 Part A: Development of Capacity Analysis Software and Traffic Engineering Guidelines. Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia. April 1996.
W21.	Bergh, T. Dardak, H.	Capacity of Unsignalised Intersections and Weaving Areas in Indonesia. Proceedings of the Second International Symposium on Highway Capacity, Sydney, Australia 1994. Australian Road Research Board in cooperation with Transportation Research Board U.S.A. Committee A3A10.
W22.	Bang, K-L. Harahap, G. Lindberg, G.	Development of Life Cycle Cost Based Guidelines Replacing the Level of Service Concept in Capacity Analysis. Paper submitted for presentation at the annual meeting of Transportation Research Board, Washington D.C. January 1997.

BAGIAN JALINAN BUNDARAN	Tanggal:	Ditangani oleh:
FORMULIR RWEAV-I:	Kota:	Propinsi:
- GEOMETRI	Jalan A-C:	
- ARUS LALU LINTAS	Jalan B-D:	
	Soal:	
	Periode:	

Geometri bagian jalinan

Denah arus lalu lintas

ARUS LALU LINTAS

1	Komposisi	LV%		HV%		MC%		Faktor-smp			Faktor-k								
	Tipe kendaraan	Kendaraan ringan LV		Kendaraan berat HV		Sepeda motor MC		Total kend. bermotor		Bagian jalinan								Kend. tak bermotor (UM)
	emp	emp = 1,0		emp = 1,3		emp = 0,5		MV		AB		BC		CD		DA		
	Pendekat/ gerakan	kend/j	smp/j	kend/j	smp/j	kend/j	smp/j	kend/j	smp/j	Arus men-jalin	Arus total	Arus men-jalin	Arus total	Arus men-jalin	Arus total	Arus men-jalin	Arus total	kend/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
2	A - LT																	
3	- ST																	
4	- RT																	
5	- UT																	
6	Total																	
7	B - LT																	
8	- ST																	
9	- RT																	
10	- UT																	
11	Total																	
12	C - LT																	
13	- ST																	
14	- RT																	
15	- UT																	
16	Total																	
17	D - LT																	
18	- ST																	
19	- RT																	
20	- UT																	
21	Total																	
22	Total																	
23	Rasio menjalin																	
24	UM/MV ratio																	

3660\CHAP4\FORMS\RWEAV-II.WO!
27 August 1996/BH

Formulir RWEAV-II

BAGIAN JALINAN BUNDARAN	Tanggal:	Ditangani oleh:
FORMULIR RWEAV-II:	Kota:	Ukuran kota (Juta orang):
- ANALISA	Jalan A-C:	Lingkungan jalan:
	Jalan B-D:	Hambatan samping:
	Soal:	Periode:

1. Parameter geometrik bagian jalinan

	Bagian jalinan (1)	Lebar masuk		Lebar masuk rata-rata W_E (4)	Lebar jalinan W_W (5)	W_E/W_W (6)	Panjang jalinan L_W (7)	W_W/L_W (8)
		Pendekat 1 (2)	Pendekat 2 (3)					
1	AB							
2	BC							
3	CD							
4	AD							

2. Kapasitas

	Bagian jalinan (20)	Faktor-W_W Gbr B-2:1 (21)	Faktor-W_E/W_W Gbr. B-2:2 (22)	Faktor-p_W Gbr. B-2:3 (23)	Faktor-W_W/L_W Gbr. B-2:4 (24)	Kapasitas dasar C_O smp/jam (25)	Faktor penyesuaian		Kapasitas C smp/jam (28)
							Ukuran kota F_{CS} Tab. B-3:1 (26)	Lingk. jalan F_{RSU} Tab. B-4:1 (27)	
1	AB								
2	BC								
3	CD								
4	AD								

3. Perilaku lalu-lintas

	Bagian Jalinan (30)	Arus bagian jalinan Q smp/jam (31)	Derajat kejenuhan DS (31)/(28) (32)	Tundaan lalu-lintas DT Gbr. C-2:1 det/smp (33)	Tundaan lalu-lintas total DT_{TOT}=Q×DT (31)x(33) det/jam (34)	Peluang antrian QP% Gbr. C-3:1 (35)	Sasaran (36)
1	AB						
2	BC						
3	CD						
4	AD						
5	DS dari jalinan DS_R			Total			
6	Tundaan lalu-lintas bundaran rata-rata DT_R det/smp						
7	Tundaan bundaran rata-rata D_R (DT_R+4) det/smp						
8	Peluang antrian bundaran QP_R%						

Catatan tentang perbandingan dengan sasaran (37)

3860/CHAP4/FORMS/SWEAV-I.WQI
25 April 1995/KLB Rev. 27 August 1996/PHTEN

Formulir SWEAV - I

BAGIAN JALINAN TUNGGAL	Tanggal:	Ditangani oleh:
FORMULIR SWEAV-I:	Kota:	Propinsi:
- GEOMETRI	Jalan A-C:	
- ARUS LALU LINTAS	Jalan B-D:	
	Soal:	
	Periode:	

Geometri bagian jalinan

Denah arus lalu lintas

ARUS LALU LINTAS

1	Komposisi	LV%		HV%		MC%		Faktor-smp		Faktor-k	
	Tipe kendaraan emp	Kendaraan ringan LV emp = 1,0		Kendaraan berat HV emp = 1,3		Sepeda motor MC emp = 0,5		Kend. bermotor total MV		Kendaraan tak bermotor (UM)	
	Pendekat/gerakan	kend/jam (1)	smp/jam (2)	kend/jam (3)	smp/jam (4)	kend/jam (5)	smp/jam (6)	kend/jam (7)	smp/jam (8)	kend/jam (9)	
2	A w										
3	D w										
4	Menjalin, total										
5	A nw										
6	D nw										
7	Tidak menjalin, total										
8	Total										
9									Rasio menjalin		
10										Rasio UM/MV	

3860CHAP4\FORMS\SWEAV-II.WQ!
25 April 1995/KLB Rev. 28 August 1996\PHT\BHEN

Formulir SWEAV - II

BAGIAN JALINAN TUNGGAL	Tanggal:	Ditangani oleh:
FORMULIR SWEAV-II:	Kota:	Ukuran kota juta orang:
- ANALISA	Jalan A-C:	Lingkungan jalan:
	Jalan B-D:	Hambatan samping:
	Soal:	Periode:

1. Parameter geometri bagian jalinan

	Pilihan	Lebar masuk		Lebar masuk rata-rata W_E	Lebar jalinan W_W	W_E/W_W	Panjang jalinan L_W	W_W/L_W
		Pendekat 1	Pendekat 2					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1								
2								
3								
4								

2. Kapasitas

	Pilihan	Faktor-W_W	Faktor-W_E/W_W	Faktor-p_W	Faktor-W_W/L_W	Kapasitas dasar C_O	Faktor penyesuaian		Kapasitas
							Ukuran kota F_{CS}	Lingk. jalan F_{RSU}	C
	(20)	Gbr B-2:1 (21)	Gbr. B-2:2 (22)	Gbr. B-2:3 (23)	Gbr. B-2:4 (24)	smp/jam (25)	Tab. B-3:1 (26)	Tab. B-4:1 (27)	smp/jam (28)
1									
2									
3									
4									

3. Perilaku lalu lintas

	Pilihan	Arus lalu-lintas Q	Derajat kejenuhan DS	Kecepatan arus bebas V_O = faktor-p_W	Kecepatan tempuh V		Waktu temp rata-rata TT	Sasaran
					Faktor-DS	V (33)x(34)		
	(30)	smp/jam (31)	(31)/(28) (32)	Gbr. C-4:1 (33)	Gbr. C-4:1 (34)	km/jam (35)	det (36)	(37)
1								
2								
3								
4								

Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (38)

X:\IS60\CHAP5\CH5-EN.WPD/1 Feb. 1996/HA/Rev. 21 Nov. 1996/EN/BH

BAB 5

JALAN PERKOTAAN

DAFTAR ISI

1. **PENDAHULUAN** ..... 5 - 3

1.1 LINGKUP DAN TUJUAN ..... 5 - 3
1.2 KARAKTERISTIK JALAN ..... 5 - 6
1.3 DEFINISI DAN ISTILAH ..... 5 - 8

2. **METODOLOGI** ..... 5 - 16

2.1 PENDEKATAN UMUM ..... 5 - 16
2.2 VARIABEL ..... 5 - 17
2.3 HUBUNGAN DASAR ..... 5 - 19
2.4 KARAKTERISTIK GEOMETRIK ..... 5 - 22
2.5 PANDUAN REKAYASA LALU-LINTAS ..... 5 - 25
2.6 RINGKASAN PROSEDUR PERHITUNGAN ..... 5 - 31

3. **PROSEDUR PERHITUNGAN JALAN PERKOTAAN** ..... 5 - 33

LANGKAH A: DATA MASUKAN ..... 5 - 34
A-1: Data umum ..... 5 - 34
A-2: Kondisi geometrik ..... 5 - 35
A-3: Kondisi lalu-lintas ..... 5 - 37
A-4: Hambatan samping ..... 5 - 39
LANGKAH B: ANALISA KECEPATAN ARUS BEBAS ..... 5 - 43
B-1: Kecepatan arus bebas dasar ..... 5 - 44
B-2: Penyesuaian kecepatan arus bebas untuk lebar jalur lalu-lintas ..... 5 - 45
B-3: Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk hambatan samping ..... 5 - 46
B-4: Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk ukuran kota ..... 5 - 48
B-5: Penentuan kecepatan arus bebas ..... 5 - 49
LANGKAH C: ANALISA KAPASITAS ..... 5 - 50
C-1: Kapasitas dasar ..... 5 - 50
C-2: Faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu-lintas 5 - 51
C-3: Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah .... 5 - 52
C-4: Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping .. 5 - 53
C-5: Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota ..... 5 - 55
C-6: Penentuan kapasitas ..... 5 - 55
LANGKAH D: PERILAKU LALU-LINTAS ..... 5 - 56
D-1: Derajat kejenuhan ..... 5 - 56
D-2: Kecepatan dan waktu tempuh ..... 5 - 57
D-3: Penilaian perilaku lalu-lintas ..... 5 - 59

4. PROSEDUR PERHITUNGAN UNTUK ANALISA PERANCANGAN ..... 5 - 60

4.1 ANGGAPAN DASAR UNTUK BERBAGAI TIPE JALAN ..... 5 - 60
4.2 ANALISA PERILAKU LALU-LINTAS ..... 5 - 63

5. CONTOH PERHITUNGAN ..... 5 - 66

5.1 CONTOH-1: ANALISA OPERASIONAL JALAN DUA-LAJUR DUA-ARAH ..... 5 - 66
5.2 CONTOH-2: ANALISA OPERASIONAL JALAN DUA-LAJUR DUA-ARAH ..... 5 - 70
5.3 CONTOH-3: ANALISA OPERASIONAL JALAN DUA-LAJUR DUA-ARAH ..... 5 - 74
5.4 CONTOH-4: ANALISA OPERASIONAL JALAN EMPAT-LAJUR DUA-ARAH ..... 5 - 80
5.5 CONTOH-5: ANALISA OPERASIONAL JALAN EMPAT-LAJUR DUA-ARAH, UNTUK DIGUNAKAN PADA ANALISA JARINGAN ..... 5 - 86
5.6 CONTOH-6: PERENCANAAN JALAN BARU ..... 5 - 90
5.7 CONTOH-7: PERANCANGAN ..... 5 - 94

6. KEPUSTAKAAN ..... 5 - 95

Lampiran 5.1: Formulir perhitungan ..... 5 - 97

1. PENDAHULUAN

1.1 LINGKUP DAN TUJUAN

1.1.1 Tipe Fasilitas

Bab ini memberikan prosedur perhitungan kapasitas dan ukuran perilaku lalu-lintas pada segmen jalan di daerah perkotaan dan semi perkotaan. Segmen jalan didefinisikan sebagai perkotaan/semi perkotaan atau luar kota sebagai berikut:

Segmen jalan perkotaan/semi perkotaan: Mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan, minimum pada satu sisi jalan, apakah berupa perkembangan lahan atau bukan. Jalan di atau dekat pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000 selalu digolongkan dalam kelompok ini. Jalan di daerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100.000 juga digolongkan dalam kelompok ini jika mempunyai perkembangan samping jalan yang permanen dan menerus.

Segmen jalan luar kota: Tidak ada perkembangan yang menerus pada setiap sisi jalan, walaupun mungkin terdapat beberapa perkembangan permanen seperti rumah makan, pabrik, atau perkampungan. (Catatan: Kios kecil dan kedai di sisi jalan bukan merupakan perkembangan permanen).

Indikasi penting lebih lanjut tentang daerah perkotaan atau semi perkotaan adalah karakteristik arus lalu-lintas puncak pada pagi dan sore hari, secara umum lebih tinggi dan terdapat perubahan komposisi lalu-lintas (dengan persentase kendaraan pribadi dan sepeda motor yang lebih tinggi, dan persentase truk berat yang lebih rendah dalam arus lalu-lintas). Peningkatan arus yang berarti pada jam puncak biasanya menunjukkan perubahan distribusi arah lalu-lintas (tidak seimbang), dan karena itu batas segmen jalan harus dibuat antara segmen jalan luar kota dan jalan semi perkotaan (lihat sub-bagian 1.1.3 dan 1.1.4 di bawah). Dengan cara yang sama, perubahan arus yang berarti biasanya juga menunjukkan batas segmen. Indikasi lain yang membantu (walaupun tidak pasti) yaitu keberadaan kereb: jalan luar kota jarang dilengkapi kereb.

Jika segmen jalan yang dianalisa tidak sesuai dengan uraian tentang jalan kota di atas, maka gunakan **Bab 6 tentang Jalan Luar kota** atau, jika jalan tersebut merupakan jalan layang dengan semua akses terbatas, gunakan **Bab 7 tentang Jalan Bebas Hambatan.**

Tipe jalan perkotaan yang diberikan dalam Bab ini adalah sebagai berikut:

- Jalan dua-lajur dua-arah (2/2 UD)
- Jalan empat-lajur dua-arah
  - tak-terbagi (yaitu tanpa median) (4/2 UD)
  - terbagi (yaitu dengan median) (4/2 D)
- Jalan enam-lajur dua-arah terbagi (6/2 D)
- Jalan satu-arah (1-3/1)

Manual dapat juga digunakan untuk menganalisa perencanaan jalan lebih dari enam lajur.

Jalan perkotaan bebas hambatan dianalisa dengan menggunakan Bab 7.

1.1.2 Penggunaan

Karakteristik geometrik tipe jalan yang digunakan dalam Bab ini didefinisikan pada Bagian 2.4 di bawah. Hal ini tidak harus berkaitan dengan sistem klasifikasi fungsional jalan Indonesia (Undang-Undang tentang Jalan, No. 13, 1980; Undang-Undang tentang Lalu-lintas dan Angkutan Jalan, No. 14, 1992), yang dikembangkan untuk tujuan yang berbeda.

Untuk masing-masing tipe jalan tersebut, prosedur perhitungan dapat digunakan untuk analisa operasional, perencanaan dan perancangan jalan perkotaan (sering disebut jalan kota). Untuk setiap tipe jalan yang ditentukan, prosedur perhitungan dapat digunakan hanya pada kondisi berikut:

- Alinyemen datar atau hampir datar.
- Alinyemen horisontal lurus atau hampir lurus.
- Pada segmen jalan yang tidak dipengaruhi antrian akibat persimpangan, atau arus iringan kendaraan yang tinggi dari simpang bersinyal.

1.1.3 Segmen jalan

Prosedur digunakan untuk perhitungan segmen jalan tertentu. Segmen jalan didefinisikan sebagai panjang jalan:

- diantara dan tidak dipengaruhi oleh simpang bersinyal atau simpang tak bersinyal utama, dan
- mempunyai karakteristik yang hampir sama sepanjang jalan.

Titik dimana karakteristik jalan berubah secara berarti menjadi batas segmen walaupun tidak ada simpang di dekatnya. Perubahan kecil dalam geometrik tidak perlu dipersoalkan (misalnya perbedaan lebar jalur lalu-lintas kurang dari 0,5 m), terutama jika perubahan tersebut hanya sebagian. Karakteristik jalan yang penting dalam hal ini dikemukakan secara umum pada Bagian 1.2.

Dalam penentuan akses segmen jalan ke jalan perkotaan bebas hambatan, jalur penghubung dan daerah jalinan harus dipisahkan dari segmen jalan yang umum, dan dianalisa menggunakan prosedur yang dijelaskan pada Bab 4 (Bagian Jalinan) dan/atau Bab 7 (Jalan Bebas Hambatan). Karena jalur penghubung bisa menjadi daerah kritis untuk kapasitas, analisa tambahan untuk jalinan atau jalur penghubung mungkin diperlukan, terutama dalam analisa operasional jalan layang yang kompleks. Dalam hal demikian prosedur untuk jalan bebas hambatan, jalur penghubung dan bagian jalinan yang terdapat dalam US HCM tahun 1985 (revisi 1994) disarankan untuk digunakan.

1.1.4 Jaringan jalan

Jaringan jalan atau koridor jika sedang dianalisa, sebaiknya dibagi dalam komponen, sebagai berikut:

- Segmen jalan
- Simpang bersinyal
- Simpang tak bersinyal
- Bagian jalinan

Perhitungan kemudian dilakukan secara terpisah untuk masing-masing tipe fasilitas, kemudian digabung untuk memperoleh kapasitas dan ukuran kinerja sistem secara menyeluruh.

Prosedur yang dijelaskan di bawah untuk jalan perkotaan dan semi perkotaan berlaku untuk segmen tanpa pengaruh simpang, dan karena itu sebagian besar data empiris untuk manual ini dikumpulkan dari rute utama perkotaan dan semi perkotaan dan bukan dari jalan kota. Pada jalan kota, dimana banyak persimpangan utama, kapasitas dan kinerja sistem jalan akan tergantung terutama pada persimpangan (dan bagian jalinan) dan bukan pada segmen jalan diantara persimpangan. Bagaimanapun, jika analisa jaringan diperlukan, prosedur perhitungan untuk segmen jalan yang diberikan di bawah dapat digunakan pada jaringan jalan pusat kota sebagai berikut:

- Hitung waktu tempuh, dengan menggunakan prosedur segmen jalan, seolah-olah tidak ada gangguan dari persimpangan atau daerah jalinan yaitu analisa seolah-olah tidak ada persimpangan atau daerah jalinan ("waktu tempuh tak terganggu").

- Untuk setiap simpang atau daerah jalinan utama pada jaringan jalan, hitung tundaan, dengan menggunakan prosedur yang sesuai pada bagian lain dari manual ini.

- Tambahkan tundaan simpang/jalinan dengan waktu tempuh tak terganggu, untuk memperoleh waktu tempuh keseluruhan.

1.2 KARAKTERISTIK JALAN

Karakteristik utama jalan yang akan mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan jika dibebani lalu-lintas diperlihatkan di bawah. Setiap titik pada jalan tertentu dimana terdapat perubahan penting dalam rencana geometrik, karakteristik arus lalu-lintas atau aktivitas samping jalan menjadi batas segmen jalan seperti dijelaskan dalam Bagian 1.1.3 di atas.

Karakteristik yang digunakan pada prosedur perhitungan dalam manual ini, bisa secara langsung maupun tidak langsung. Sebagian besar diantaranya juga telah diketahui dan digunakan dalam manual kapasitas jalan lain. Namun demikian besar pengaruhnya berbeda dengan yang terdapat di Indonesia.

1.2.1 Geometri

- Tipe jalan: Berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja berbeda pada pembebanan lalu-lintas tertentu; misalnya jalan terbagi dan tak-terbagi; jalan satu-arah.

- Lebar jalur lalu-lintas: Kecepatan arus bebas dan kapasitas meningkat dengan pertambahan lebar jalur lalu-lintas.

- Kereb: Kereb sebagai batas antara jalur lalu-lintas dan trotoar berpengaruh terhadap dampak hambatan samping pada kapasitas dan kecepatan. Kapasitas jalan dengan kereb lebih kecil dari jalan dengan bahu. Selanjutnya kapasitas berkurang jika terdapat penghalang tetap dekat tepi jalur lalu-lintas, tergantung apakah jalan mempunyai kereb atau bahu.

- Bahu: Jalan perkotaan tanpa kereb pada umumnya mempunyai bahu pada kedua sisi jalur lalu-lintasnya. Lebar dan kondisi permukaannya mempengaruhi penggunaan bahu, berupa penambahan kapasitas, dan kecepatan pada arus tertentu, akibat pertambahan lebar bahu, terutama karena pengurangan hambatan samping yang disebabkan kejadian di sisi jalan seperti kendaraan angkutan umum berhenti, pejalan kaki dan sebagainya.

- Median: Median yang direncanakan dengan baik meningkatkan kapasitas.

- Alinyemen jalan: Lengkung horisontal dengan jari-jari kecil mengurangi kecepatan arus bebas. Tanjakan yang curam juga mengurangi kecepatan arus bebas. Karena secara umum kecepatan arus bebas di daerah perkotaan adalah rendah maka pengaruh ini diabaikan.

1.2.2 Komposisi arus dan pemisahan arah

- Pemisahan arah lalu-lintas: kapasitas jalan dua arah paling tinggi pada pemisahan arah 50 - 50, yaitu jika arus pada kedua arah adalah sama pada periode waktu yang dianalisa (umumnya satu jam).

- Komposisi lalu-lintas:
  Komposisi lalu-lintas mempengaruhi hubungan kecepatan-arus jika arus dan kapasitas dinyatakan dalam kend/jam, yaitu tergantung pada rasio sepeda motor atau kendaraan berat dalam arus lalu-lintas. Jika arus dan kepasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), maka kecepatan kendaraan ringan dan kapasitas (smp/jam) tidak dipengaruhi oleh komposisi lalu-lintas.

1.2.3 Pengaturan lalu-lintas

- Batas kecepatan jarang diberlakukan di daerah perkotaan di Indonesia, dan karenanya hanya sedikit berpengaruh pada kecepatan arus bebas. Aturan lalu-lintas lainnya yang berpengaruh pada kinerja lalu-lintas adalah: pembatasan parkir dan berhenti sepanjang sisi jalan; pembatasan akses tipe kendaraan tertentu; pembatasan akses dari lahan samping jalan dan sebagainya.

1.2.4 Aktivitas samping jalan ("hambatan samping")

- Banyak aktivitas samping jalan di Indonesia sering menimbulkan konflik, kadang-kadang besar pengaruhnya terhadap arus lalu-lintas. Pengaruh konflik ini, ("hambatan samping"), diberikan perhatian utama dalam manual ini, jika dibandingkan dengan manual negara Barat. Hambatan samping yang terutama berpengaruh pada kapasitas dan kinerja jalan perkotaan adalah :

  - Pejalan kaki;
  - Angkutan umum dan kendaraan lain berhenti;
  - Kendaraan lambat (misalnya becak, kereta kuda);
  - Kendaraan masuk dan keluar dari lahan di samping jalan

  Untuk menyederhanakan peranannya dalam prosedur perhitungan, tingkat hambatan samping telah dikelompokkan dalam lima kelas dari sangat rendah sampai sangat tinggi sebagai fungsi dari frekwensi kejadian hambatan samping sepanjang segmen jalan yang diamati. Photo khusus juga ditunjukkan dalam manual untuk memudahkan pemilihan kelas hambatan samping yang digunakan dalam analisa.

1.2.5 Perilaku pengemudi dan populasi kendaraan

- Ukuran Indonesia serta keanekaragaman dan tingkat perkembangan daerah perkotaan menunjukkan bahwa perilaku pengemudi dan populasi kendaraan (umur, tenaga dan kondisi kendaraan, komposisi kendaraan) adalah beraneka ragam. Karakteristik ini dimasukkan dalam prosedur perhitungan secara tidak langsung, melalui ukuran kota. Kota yang lebih kecil menunjukkan perilaku pengemudi yang kurang gesit dan kendaraan yang kurang modern, menyebabkan kapasitas dan kecepatan lebih rendah pada arus tertentu, jika dibandingkan dengan kota yang lebih besar.

1.3 DEFINISI DAN ISTILAH

NOTASI	ISTILAH	DEFINISI
Ukuran kinerja		
C	KAPASITAS (smp/jam)	Arus lalu-lintas (stabil) maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu (geometri, distribusi arah dan komposisi lalu-lintas, faktor lingkungan).
DS	DERAJAT KEJENUHAN	Rasio arus lalu-lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam) pada bagian jalan tertentu.
V	KECEPATAN TEMPUH	Kecepatan rata-rata (km/jam) arus lalu-lintas dihitung dari panjang jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melalui segmen jalan.
FV	KECEPATAN ARUS BEBAS	(1) Kecepatan rata-rata teoritis (km/jam) lalu-lintas pada kerapatan = 0, yaitu tidak ada kendaraan yang lewat. (2) Kecepatan (km/jam) kendaraan yang tidak dipengaruhi oleh kendaraan lain (yaitu kecepatan dimana pengendara merasakan perjalanan yang nyaman, dalam kondisi geometrik, lingkungan dan pengaturan lalu-lintas yang ada, pada segmen jalan dimana tidak ada kendaraan yang lain).
TT	WAKTU TEMPUH	Waktu rata-rata yang digunakan kendaraan menempuh segmen jalan dengan panjang tertentu, termasuk semua tundaan waktu berhenti (detik) atau jam.
Kondisi geometrik		
	JALUR GERAK	Bagian jalan yang direncanakan khusus untuk kendaraan bermotor lewat, berhenti dan parkir (termasuk bahu).
	JALUR JALAN	Semua bagian dari jalur gerak, median dan pemisah luar.
	MEDIAN	Daerah yang memisahkan arah lalu-lintas pada segmen jalan.
W_C	LEBAR JALUR LALU-LINTAS (m)	Lebar jalur gerak tanpa bahu.
W_{Ce}	LEBAR JALUR EFEKTIF (m)	Lebar rata-rata yang tersedia untuk pergerakan lalu-lintas setelah pengurangan akibat parkir tepi jalan, atau penghalang sementara lain yang menutup jalur lalu-lintas.

	KEREB	Batas yang ditinggikan berupa bahan kaku antara tepi jalur lalu-lintas dan trotoar.
	TROTOAR	Bagian jalan disediakan untuk pejalan kaki yang biasanya sejajar dengan jalan dan dipisahkan dari jalur jalan oleh kerb.
W_K	JARAK PENGHALANG KEREB (m)	Jarak dari kereb ke penghalang di trotoar (misalnya pohon, tiang lampu).
W_S	LEBAR BAHU (m)	Lebar bahu (m) di sisi jalur lalu-lintas yang direncanakan untuk kendaraan berhenti, pejalan kaki dan kendaraan lambat.
W_{Se}	LEBAR BAHU EFEKTIF (m)	Lebar bahu (m) yang sesungguhnya tersedia untuk digunakan, setelah pengurangan akibat penghalang seperti pohon, kios sisi jalan dan sebagainya. (Catatan: lihat keterangan tentang LEBAR JALUR EFEKTIF).
L	PANJANG JALAN	Panjang segmen jalan yang diamati (termasuk pesimpangan kecil).
	TIPE JALAN	Tipe jalan menentukan jumlah lajur dan arah pada segmen jalan: - 2-lajur 1-arah (2/1) - 2-lajur 2-arah tak-terbagi (2/2 UD) - 4-lajur 2-arah tak-terbagi (4/2 UD) - 4-lajur 2-arah terbagi (4/2 D) - 6-lajur 2-arah terbagi (6/2 D)
	JUMLAH LAJUR	Jumlah lajur ditentukan dari marka lajur atau lebar jalur efektif (W_{Ce}) untuk segmen jalan, lihat Tabel 1.3:1

Lebar jalur efektif W_{Ce} (m)	Jumlah lajur
5 - 10,5	2
10,5 - 16	4

Table 1.3:1 Jumlah Lajur

Kondisi lingkungan

CS UKURAN KOTA

Ukuran kota adalah jumlah penduduk di dalam kota (Juta). Lima kelas ukuran kota ditentukan, lihat Tabel 1.3:2.

Ukuran kota (Juta pend.)	Kelas ukuran kota CS
< 0,1	Sangat kecil
0,1 - 0,5	Kecil
0,5 - 1,0	Sedang
1,0 - 3,0	Besar
> 3,0	Sangat besar

Tabel 1.3:2 Kelas ukuran kota

SF HAMBATAN SAMPING

Hambatan samping adalah dampak terhadap kinerja lalu-lintas dari aktivitas samping segmen jalan, seperti pejalan kaki (bobot=0,5) kendaraan umum/kendaraan lain berhenti (bobot=1,0), kendaraan masuk/keluar sisi jalan (bobot=0,7) dan kendaraan lambat (bobot=0,4).

SFC KELAS HAMBATAN SAMPING

Lihat Tabel 1.3:3 untuk penentuan SFC:

Kelas Hambatan Samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200 m per jam (dua sisi)	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	< 100	Daerah permukiman; jalan samping tersedia.
Rendah	L	100 - 299	Daerah permukiman; beberapa angkutan umum dsb.
Sedang	M	300 - 499	Daerah industri; beberapa toko sisi jalan.
Tinggi	H	500 - 899	Daerah komersial; aktivitas sisi jalan tinggi.
Sangat tinggi	VH	> 900	Daerah komersial; aktivitas pasar sisi jalan.

Tabel 1.3:3 Kelas hambatan samping untuk jalan perkotaan

Komposisi dan arus lalu-lintas

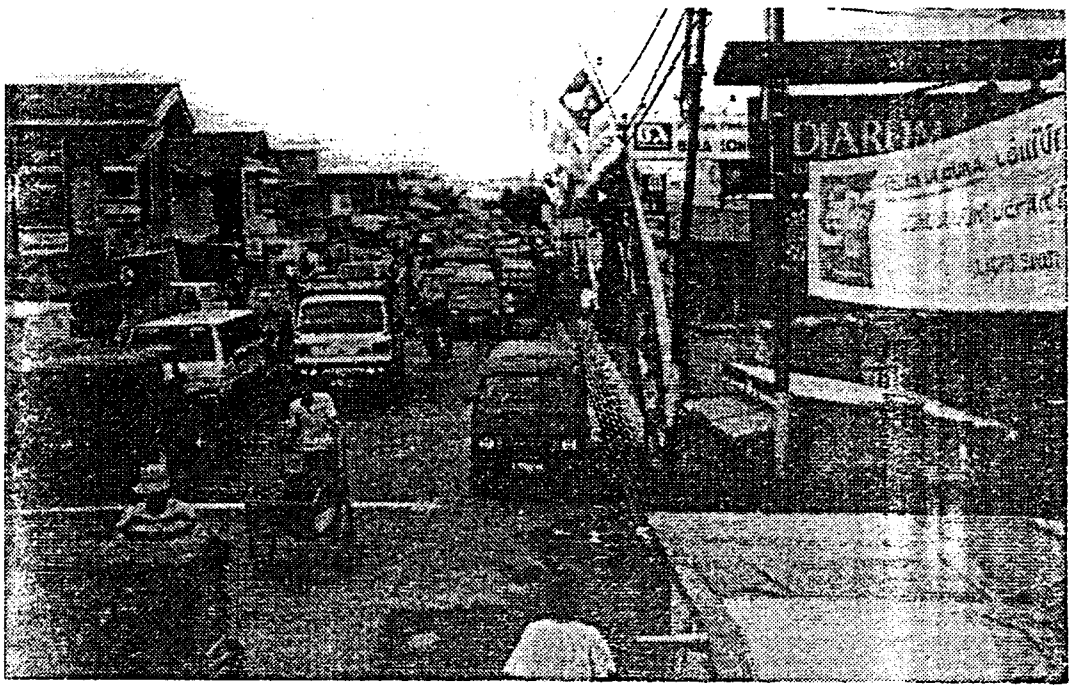
	UNSUR LALU-LINTAS	Benda atau pejalan kaki sebagai bagian dari lalu-lintas.
kend	KENDARAAN	Unsur lalu-lintas beroda.
LV	KENDARAAN RINGAN	Kendaraan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2,0 - 3,0 m (termasuk mobil penumpang, opelet, mikrobis, pik-up dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
HV	KENDARAAN BERAT	Kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
MC	SEPEDA MOTOR	Kendaraan bermotor beroda dua atau tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan beroda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
UM	KENDARAAN TAK BERMOTOR	Kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan (termasuk sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
Q	ARUS LALU-LINTAS	Jumlah kendaraan bermotor yang melalui titik pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kend/jam (Q_{kend}), smp/jam (Q_{smp}) atau LHRT (Q_{LHRT} Lalu-lintas Harian Rata-rata Tahunan).
SP	PEMISAHAN ARAH	Distribusi arah lalu-lintas pada jalan dua-arah (biasanya dinyatakan sebagai persentase dari arus total pada masing-masing arah, misalnya 60/40).

Faktor perhitungan

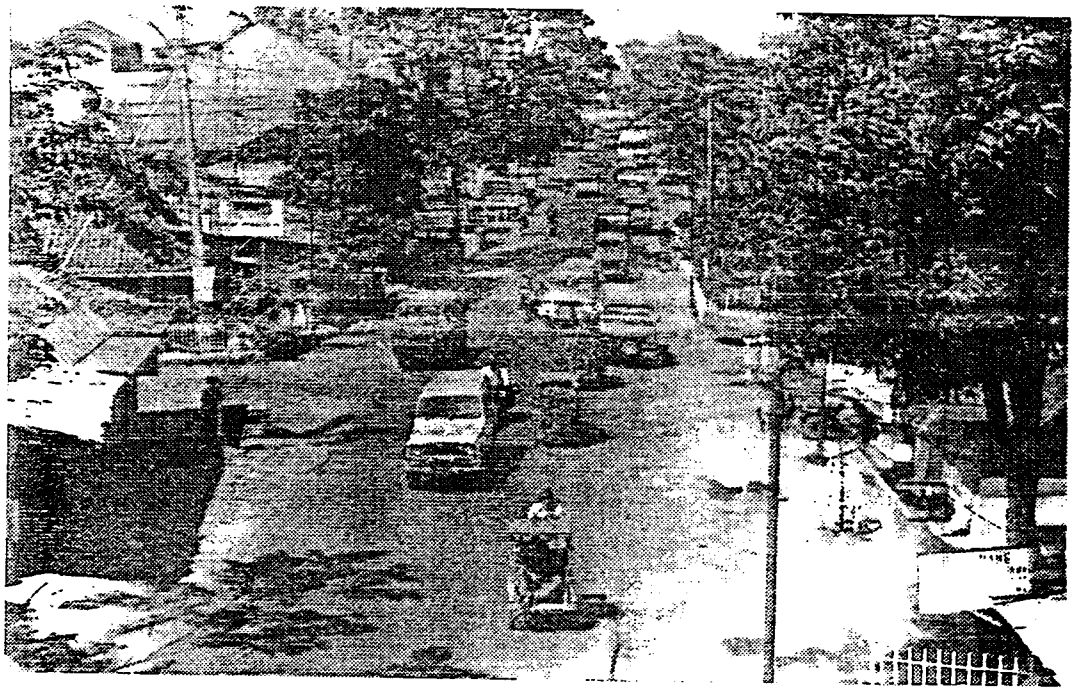
p	RASIO	Rasio sub-populasi terhadap populasi total, misalnya p_{MC} = rasio sepeda motor dalam arus lalu-lintas.
C_0	KAPASITAS DASAR (smp/jam)	Kapasitas segmen jalan pada kondisi geometri, pola arus lalu-lintas, dan faktor lingkungan yang ditentukan sebelumnya (ideal) (lihat Bagian 2.4) .
FC_W	FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS UNTUK LEBAR JALUR LALU-LINTAS	Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat lebar jalur lalu-lintas.
FC_{SP}	FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS UNTUK PEMISAHAN ARAH	Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat pemisahan arah lalu-lintas (hanya jalan dua arah tak-terbagi).

FC_{SF}	FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS UNTUK HAMBATAN SAMPING	Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat hambatan samping sebagai fungsi lebar bahu atau jarak kereb - penghalang.
FC_{CS}	FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS UNTUK UKURAN KOTA	Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat ukuran kota.
emp	EKIVALEN MOBIL PENUMPANG	Faktor yang menunjukkan berbagai tipe kendaraan dibandingkan kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruhnya terhadap kecepatan kendaraan ringan dalam arus lalu-lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang sasisnya mirip, emp = 1,0).
smp	SATUAN MOBIL PENUMPANG	Satuan untuk arus lalu-lintas dimana arus berbagai tipe kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp.
F_{smp}	FAKTOR SMP	Faktor untuk mengubah arus kendaraan lalu-lintas menjadi arus ekivalen dalam smp untuk tujuan analisa kapasitas.
	LHRT (kend/hari)	Lalu-lintas harian rata-rata tahunan.
k	FAKTOR-LHRT	Faktor untuk mengubah arus LHRT menjadi arus jam puncak.
Q_{DH}	ARUS JAM RENCANA	Arus lalu-lintas yang digunakan untuk perancangan: $Q_{DH} = k \times LHRT$
FV_0	KECEPATAN ARUS BEBAS DASAR (km/jam)	Kecepatan arus bebas segmen jalan pada kondisi ideal tertentu (geometri, pola arus lalu-lintas dan faktor lingkungan, lihat Bagian 2.4).
FV_W	PENYESUAIAN KECEPATAN UNTUK LEBAR JALUR LALU-LINTAS (km/jam)	Penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar akibat lebar jalur lalu-lintas.
FFV_{SF}	FAKTOR PENYESUAIAN KECEPATAN UNTUK HAMBATAN SAMPING	Faktor penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar akibat hambatan samping sebagai fungsi lebar bahu atau jarak kereb - penghalang.
FFV_{CS}	FAKTOR PENYESUAIAN KECEPATAN UNTUK UKURAN KOTA	Faktor penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar akibat ukuran kota.

Jalan perkotaan dua-lajur dua-arah dengan bahu dan kondisi hambatan samping sedang

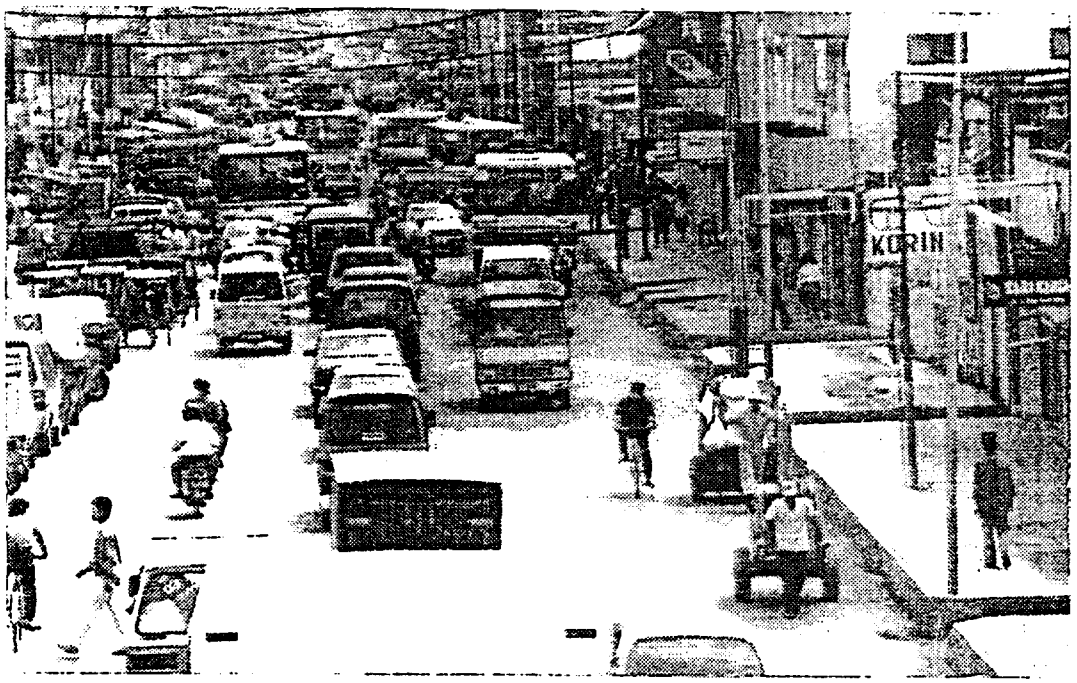


Jalan perkotaan dua-lajur dua-arah dengan bahu. Kendaraan angkutan umum berhenti pada jalur jalan menghasilkan kondisi hambatan samping sangat tinggi



Jalan semi perkotaan dua-lajur dua-arah dengan bahu dan kondisi hambatan samping rendah. Kendaraan angkutan umum berhenti pada jalur jalan dan kendaraan tak bermotor memperlambat lalu-lintas

Jalan perkotaan dua-lajur satu-arah dengan bahu dan kondisi hambatan samping sedang akibat perjalanan beberapa pejalan kaki. Pepohonan mengurangi lebar bahu efektif sampai 0 m



Jalan perkotaan empat-lajur dua-arah tak-terbagi dengan kereb dan kondisi hambatan samping sangat tinggi. Parkir pada sisi jalan mengurangi lebar jalur lalu-lintas efektif

Jalan perkotaan empat-lajur dua-arah terbagi dengan kereb dan kondisi hambatan samping rendah. Pepohonan pada tepi kereb mengurangi kecepatan dan kapasitas

2. METODOLOGI

2.1 PENDEKATAN UMUM

Prosedur perhitungan yang diberikan dalam Bab ini secara umum, mirip dengan U.S. Highway Capacity Manual 1985 (US-HCM, revisi 1994). Hal ini disengaja, karena pemakai manual ini mungkin sudah mengenal prosedur US HCM. Secara terinci, prosedur dan variabel tersebut tidak sama. Untuk variabel yang umum, nilai untuk kondisi Indonesia sering sangat berbeda dengan US HCM.

2.1.1 Tipe perhitungan

Prosedur yang diberikan dalam Bab ini memungkinkan perhitungan berikut untuk tipe segmen jalan perkotaan yang berbeda:

- kecepatan arus bebas;
- kapasitas;
- derajat kejenuhan (arus/kapasitas);
- kecepatan pada kondisi arus sesungguhnya;
- arus lalu-lintas yang dapat dilewatkan oleh segmen jalan tertentu dengan mempertahankan tingkat kecepatan atau derajat kejenuhan tertentu.

2.1.2 Tingkat analisa

Prosedur diberikan dalam manual ini untuk memungkinkan analisa dilakukan pada dua tingkat yang berbeda:

- **Analisa operasional dan perencanaan**: Penentuan kinerja segmen jalan akibat arus lalu-lintas yang ada atau yang diramalkan. Kapasitas dapat juga dihitung, yaitu arus maksimum yang dapat dilewatkan dengan mempertahankan tingkat kinerja tertentu. Lebar jalan atau jumlah lajur yang diperlukan untuk melewatkan arus lalu-lintas tertentu, dengan mempertahankan tingkat kinerja tertentu dapat juga dihitung untuk tujuan perencanaan. Pengaruh kapasitas dan kinerja dari segi perencanaan lain, misalnya pembuatan median atau perbaikan lebar bahu, dapat juga diperkirakan. Ini adalah tingkat analisa yang paling rinci.

- **Analisa perancangan**: Sebagaimana untuk perencanaan, tujuannya adalah untuk memperkirakan jumlah lajur yang diperlukan untuk jalan rencana, tetapi nilai arus diberikan hanya berupa perkiraan LHRT. Rincian geometri serta masukan lainnya dapat diperkirakan atau didasarkan pada nilai normal yang direkomendasikan.

Metode perhitungan yang digunakan dalam operasional, perencanaan dan perancangan pada dasarnya sama dan hanya berbeda dalam tingkat perincian masukan dan keluaran. Metode yang digunakan dalam analisa perancangan mempunyai latar belakang teoritis yang sama seperti analisa operasional dan perencanaan, tetapi telah disederhanakan karena data masukan rinci tidak ada.

2.1.3 Periode analisa

Analisa kapasitas jalan dilakukan untuk periode satu jam puncak; arus dan kecepatan rata-rata ditentukan untuk periode tersebut pada manual ini. Penggunaan periode analisa satu hari penuh (LHRT) terlalu kasar untuk analisa operasional dan perencanaan. Di lain pihak, penggunaan 15 menit puncak dari jam puncak terlalu rinci. Dalam Manual ini, arus dinyatakan dalam satuan per jam (smp/jam), kecuali dinyatakan lain.

Untuk perancangan, dimana arus biasanya hanya diketahui dalam LHRT, tabel telah disediakan untuk mengubah arus secara langsung dari LHRT menjadi ukuran kinerja dan sebaliknya, untuk kondisi asumsi tertentu.

2.1.4 Jalan terbagi dan tak-terbagi

Untuk jalan tak-terbagi, analisa dilakukan pada kedua arah lalu-lintas. Untuk jalan terbagi, analisa dilakukan terpisah pada masing-masing arah lalu -lintas, seolah-olah masing-masing arah merupakan jalan satu arah yang terpisah.

2.2 VARIABEL

2.2.1 Arus dan komposisi lalu-lintas

Dalam manual, nilai arus lalu-lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu-lintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalu-lintas (per arah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (smp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan berikut (lihat definisi dalam Bagian 1.3):

- Kendaraan ringan (LV) (termasuk mobil penumpang, minibus, pik-up, truk kecil dan jeep).
- Kendaraan berat (HV) (termasuk truk dan bus)
- Sepeda motor (MC).

Pengaruh kendaraan tak bermotor dimasukkan sebagai kejadian terpisah dalam faktor penyesuaian hambatan samping.

Ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk masing-masing tipe kendaraan tergantung pada tipe jalan dan arus lalu-lintas total yang dinyatakan dalam kend/jam. Semua nilai emp untuk kendaraan yang berbeda ditunjukkan pada Bagian 3, Langkah A-3.

2.2.2 Kecepatan arus bebas

Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan (lihat Bagian 1.3).

Kecepatan arus bebas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan, dimana hubungan antara kecepatan arus bebas dengan kondisi geometrik dan lingkungan telah ditentukan dengan metode regresi. Kecepatan arus bebas kendaraan ringan telah dipilih sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan pada arus = 0. Kecepatan arus bebas untuk kendaraan berat dan sepeda motor juga diberikan sebagai referensi. Kecepatan arus bebas untuk mobil penumpang biasanya 10-15% lebih tinggi dari tipe kendaraan ringan lain.

Persamaan untuk penentuan kecepatan arus bebas mempunyai bentuk umum berikut:

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

dimana:

FV	=	Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)
FV_0	=	Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan yang diamati (lihat Bagian 2.4 di bawah)
FV_W	=	Penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam)
FFV_{SF}	=	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu atau jarak kerb penghalang
FFV_{CS}	=	Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota

2.2.3 Kapasitas

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua-lajur dua-arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur.

Nilai kapasitas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan selama memungkinkan. Karena lokasi yang mempunyai arus mendekati kapasitas segmen jalan sedikit (sebagaimana terlihat dari kapasitas simpang sepanjang jalan), kapasitas juga telah diperkirakan dari analisa kondisi iringan lalu-lintas, dan secara teoritis dengan mengasumsikan hubungan matematik antara kerapatan, kecepatan dan arus, lihat Bagian 2.3.1 di bawah. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), lihat di bawah.

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas adalah sebagai berikut :

$$C = C_O \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

dimana:

C	=	Kapasitas (smp/jam)
C_O	=	Kapasitas dasar (smp/jam)
FC_W	=	Faktor penyesuaian lebar jalan
FC_{SP}	=	Faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi)
FC_{SF}	=	Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb
FC_{CS}	=	Faktor penyesuaian ukuran kota

Jika kondisi sesungguhnya sama dengan kondisi dasar (ideal) yang ditentukan sebelumnya (lihat Bagian 2.4), maka semua faktor penyesuaian menjadi 1,0 dan kapasitas menjadi sama dengan kapasitas dasar.

2.2.4 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

$$DS = Q/C$$

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas dinyatakan dalam smp/jam. DS digunakan untuk analisa perilaku lalu-lintas berupa kecepatan, sebagaimana dijelaskan dalam prosedur perhitungan Bagian 3 Langkah D-2 di bawah.

2.2.5 Kecepatan

Manual menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena mudah dimengerti dan diukur, dan merupakan masukan yang penting untuk biaya pemakai jalan dalam analisa ekonomi. Kecepatan tempuh didefinisikan dalam manual ini sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan (LV) sepanjang segmen jalan :

$$V = L/TT$$

dimana:

V = Kecepatan rata-rata ruang LV (km/jam)
L = Panjang segmen (km)
TT = Waktu tempuh rata-rata LV sepanjang segmen (jam)

2.2.6 Perilaku lalu-lintas

Dalam US HCM 1994 perilaku lalu-lintas diwakili oleh tingkat pelayanan (LOS): yaitu ukuran kualitatif yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan. LOS berhubungan dengan ukuran kuantitatif, seperti kerapatan atau persen waktu tundaan. Konsep tingkat pelayanan dikembangkan untuk penggunaan di Amerika Serikat dan definisi LOS tidak berlaku secara langsung di Indonesia. Dalam Manual ini kecepatan dan derajat kejenuhan digunakan sebagai indikator perilaku lalu-lintas dan parameter yang sama telah digunakan dalam pengembangan "panduan rekayasa lalu-lintas" berdasarkan analisa ekonomi yang diberikan dalam Bagian 2.5 di bawah.

2.3 HUBUNGAN DASAR

2.3.1 Hubungan kecepatan-arus-kerapatan

Prinsip dasar analisa kapasitas segmen jalan adalah kecepatan berkurang jika arus bertambah. Pengurangan kecepatan akibat penambahan arus adalah kecil pada arus rendah tetapi lebih besar pada arus yang lebih tinggi. Dekat kapasitas, pertambahan arus yang sedikit akan menghasilkan pengurangan kecepatan yang besar. Hal ini terlihat pada Gambar 2.3.1:1. Hubungan ini telah ditentukan secara kuantitatif untuk kondisi 'standar', untuk setiap tipe jalan. Setiap kondisi standar

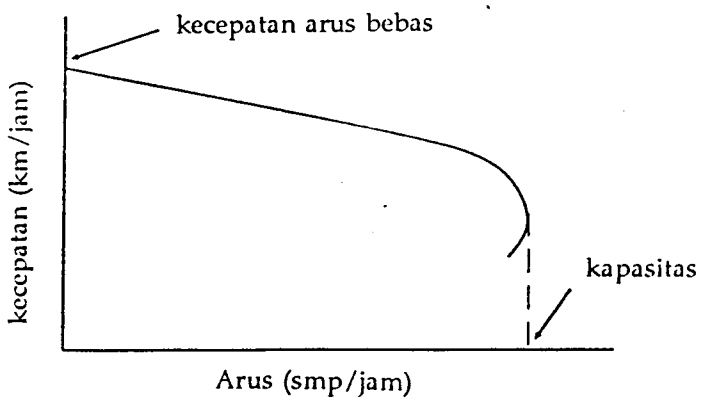
mempunyai geometrik standar dan karakteristik lingkungan tertentu. Jika karakteristik jalan "lebih baik" dari kondisi standar (misalnya lebih lebar dari lebar jalur lalu-lintas normal), kapasitas menjadi lebih tinggi dan kurva bergeser ke sebelah kanan, dengan kecepatan lebih tinggi pada arus tertentu. Jika karakteristik jalan "lebih buruk" dari kondisi standar (misalnya hambatan samping tinggi) kurva bergeser ke kiri, kapasitas menjadi berkurang dan kecepatan pada arus tertentu lebih rendah seperti terlihat pada Gambar 2.3.1:2.

Untuk setiap tipe jalan, kurva standar untuk tipe jalan tersebut telah ditentukan berdasarkan data empiris. Analisa perilaku lalu-lintas kemudian dilakukan sebagai berikut :

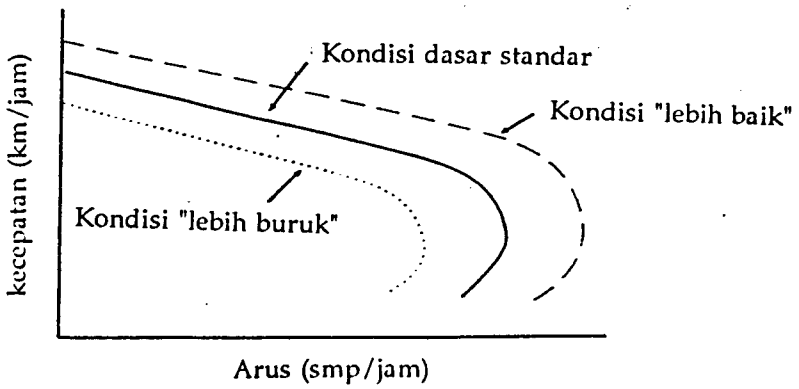
1. Penentuan kecepatan arus bebas dan kapasitas untuk **kondisi dasar yang ditentukan sebelumnya** pada setiap tipe jalan.

2. Perhitungan kecepatan arus bebas dan kapasitas untuk **kondisi jalan sesungguhnya** dengan menggunakan tabel berisi faktor penyesuaian yang ditentukan secara empiris menurut perbedaan antara karakteristik dasar dan sesungguhnya dari geometrik, lalu-lintas dan lingkungan jalan yang diamati.

3. Penentuan kecepatan dari kurva umum kecepatan-arus untuk kecepatan arus bebas yang berbeda pada sumbu-y, dimana arus dinyatakan dengan derajat kejenuhan pada sumbu-x.



Gambar 2.3.1:1 Bentuk umum hubungan kecepatan-arus



Gambar 2.3.1:2 Hubungan kecepatan-arus untuk kondisi standar dan bukan standar

Model yang tepat dengan data kecepatan-arus empiris sering diperoleh dengan menggunakan model Rejim Tunggal:

$$V = FV[1-(D/D_j)^{(\ell-1)}]^{1/(1-m)}; \quad D_0/D_j = [(1-m)/(\ell-m)]^{1/(\ell-1)}$$

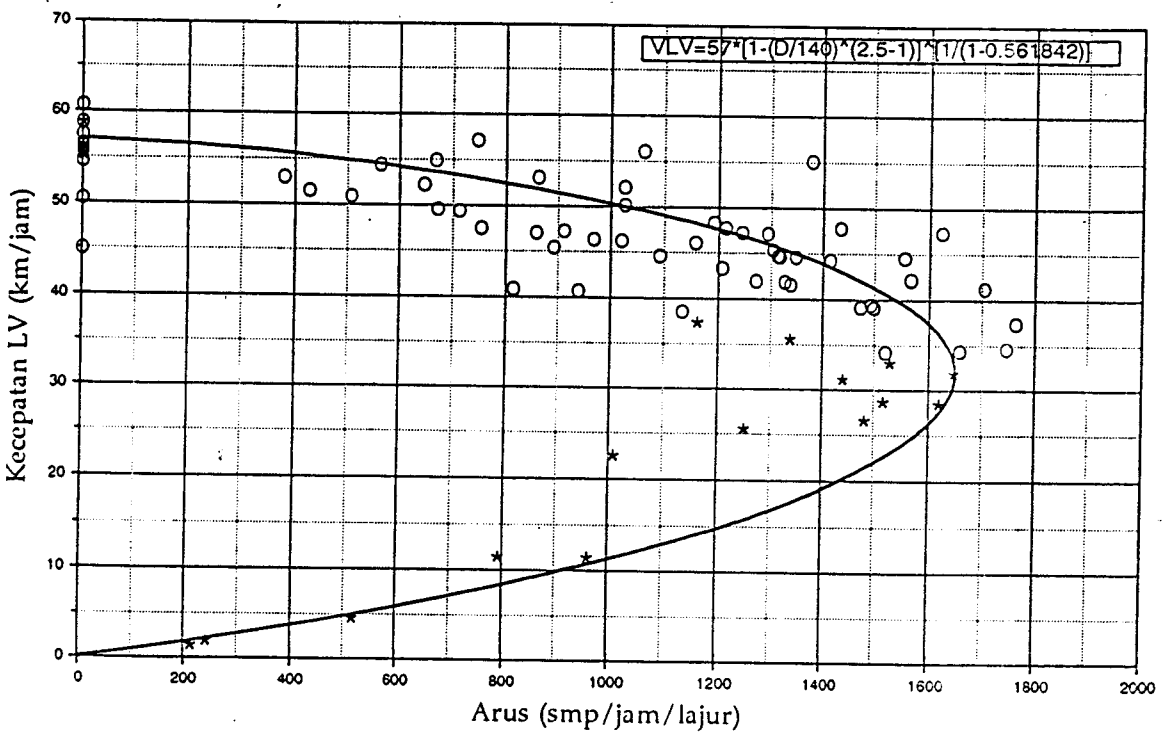
dimana:

FV	=	Kecepatan arus bebas (km/jam)
D	=	Kerapatan (smp/km) (dihitung sebagai Q/V)
D_j	=	Kerapatan pada saat jalan mengalami kemacetan total (smp/km)
D_0	=	Kerapatan pada kapasitas (smp/km)
ℓ,m	=	Konstanta

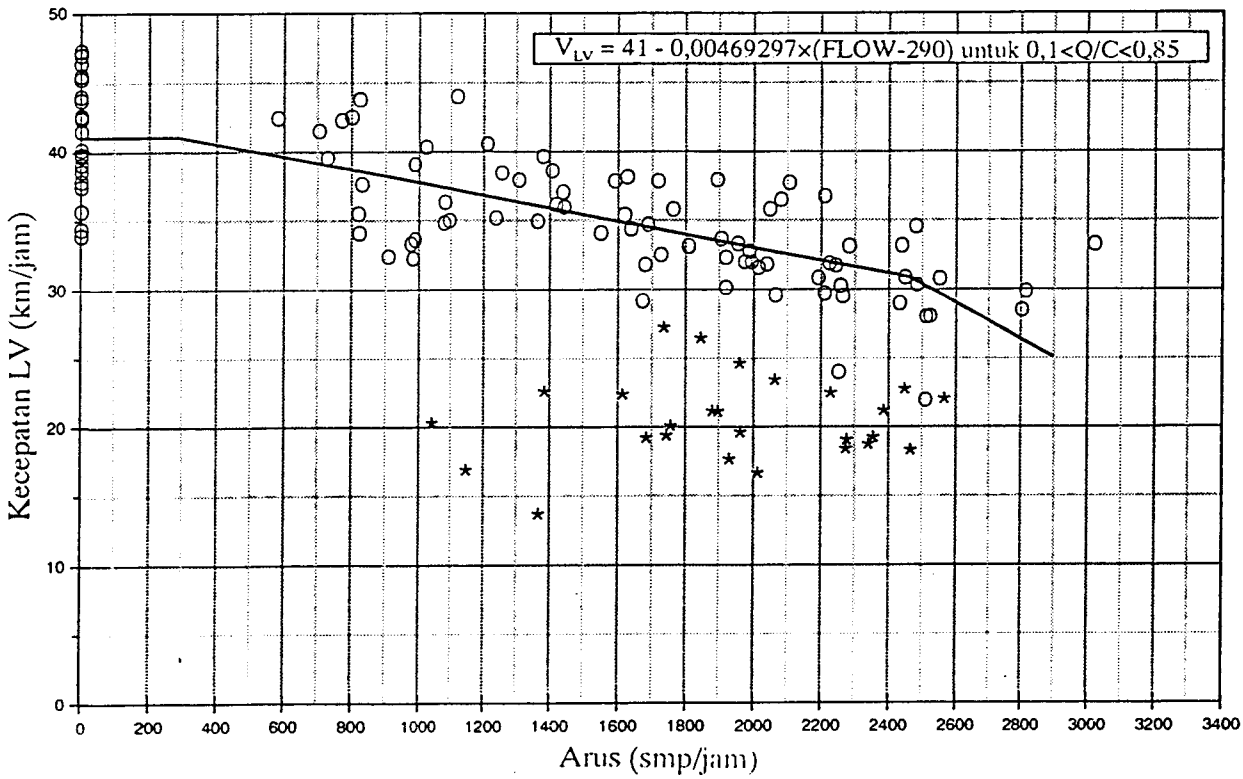
Data kecepatan-arus jalan perkotaan yang terdapat di Indonesia ditunjukkan pada Gambar 2.3.1:3 dan 4. Untuk jalan empat lajur dan dua lajur, model Rejim Tunggal memberikan hasil yang baik, walaupun model linier dengan dua titik belok memberikan hasil yang lebih baik seperti ditunjukkan dalam gambar.

Data survei lapangan telah dianalisa untuk memperoleh hubungan kurva kecepatan-arus yang khusus untuk jalan tak terbagi dan jalan terbagi dengan menggunakan model ini. Arus pada sumbu horisontal telah diganti dengan derajat kejenuhan dan sejumlah kurva telah digambar untuk menunjukkan berbagai kecepatan arus bebas sehingga secara umum dapat diterapkan seperti ditunjukkan pada Bagian 3, Langkah D-2 di bawah.

Di Indonesia kecepatan pada derajat kejenuhan tertentu biasanya jauh lebih rendah dibandingkan dengan di negara maju.



Gambar 2.3.1:3 Hubungan kecepatan-arus untuk jalan empat-lajur terbagi



Gambar 2.3.1:4 Hubungan kecepatan-arus pada jalan dua-lajur tak-terbagi

2.4 KARAKTERISTIK GEOMETRIK

2.4.1 Jalan dua-lajur dua-arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan perkotaan dua-lajur dua-arah (2/2 UD) dengan lebar jalur lalu-lintas lebih kecil dari dan sama dengan 10,5 meter. Untuk jalan dua-arah yang lebih lebar dari 11 meter, jalan sesungguhnya selama beroperasi pada kondisi arus tinggi sebaiknya diamati sebagai dasar pemilihan prosedur perhitungan jalan perkotaan dua-lajur atau empat-lajur tak- terbagi.

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

- Lebar jalur lalu-lintas tujuh meter
- Lebar bahu efektif paling sedikit 2 m pada setiap sisi
- Tidak ada median
- Pemisahan arah lalu-lintas 50 - 50
- Hambatan samping rendah
- Ukuran kota 1,0 - 3,0 Juta
- Tipe alinyemen datar.

2.4.2 Jalan empat-lajur dua-arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua-arah dengan lebar jalur lalu-lintas lebih dari 10,5 meter dan kurang dari 16,0 meter.

a) Jalan empat-lajur terbagi (4/2 D)

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

- Lebar lajur 3,5 m (lebar jalur lalu-lintas total 14,0 m)
- Kereb (tanpa bahu)
- Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 m
- Median
- Pemisahan arah lalu-lintas 50 - 50
- Hambatan samping rendah
- Ukuran kota 1,0 - 3,0 Juta
- Tipe alinyemen datar.

b) Jalan empat-lajur tak-terbagi (4/2 UD)

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

- Lebar lajur 3,5 m (lebar jalur lalu-lintas total 14,0 m)
- Kereb (tanpa bahu)
- Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 m
- Tidak ada median
- Pemisahan arah lalu-lintas 50 - 50
- Hambatan samping rendah
- Ukuran kota 1,0 - 3,0 Juta
- Tipe alinyemen datar.

2.4.3 Jalan enam-lajur dua-arah terbagi

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua-arah dengan lebar jalur lalu-lintas lebih dari 18 meter dan kurang dari 24 meter.

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

- Lebar lajur 3,5 m (lebar jalur lalu-lintas total 21,0 m)
- Kereb (tanpa bahu)
- Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 m
- Median
- Pemisahan arah lalu-lintas 50 - 50

- Hambatan samping rendah
- Ukuran kota 1,0 - 3,0 Juta
- Tipe alinyemen datar.

2.4.4 Jalan satu-arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan satu-arah dengan lebar jalur lalu-lintas dari 5,0 meter sampai dengan 10,5 meter.

Kondisi dasar tipe jalan ini dari mana kecepatan arus bebas dasar dan kapasitas ditentukan didefinisikan sebagai berikut:

- Lebar jalur lalu-lintas tujuh meter
- Lebar bahu efektif paling sedikit 2 m pada setiap sisi
- Tidak ada median
- Hambatan samping rendah
- Ukuran kota 1,0 - 3,0 Juta
- Tipe alinyemen datar.

2.5 PANDUAN REKAYASA LALU-LINTAS

2.5.1 Tujuan

Tujuan Bagian ini adalah untuk membantu pengguna manual dalam memilih penyelesaian yang tepat masalah umum perancangan, perencanaan dan operasi dengan menyediakan saran-saran tentang rentang arus lalu-lintas yang layak untuk tipe dan denah standar jalan perkotaan dan penerapannya pada berbagai kondisi arus. Disarankan agar perencanaan **jalan perkotaan baru** sebaiknya didasarkan pada analisa biaya siklus hidup dari perencanaan yang paling ekonomis pada arus lalu-lintas tahun dasar yang berbeda, lihat bagian 2.5.3b. Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pemilihan asumsi awal tentang denah dan perencanaan yang akan diterapkan jika menggunakan metoda perhitungan untuk jalan perkotaan seperti dijelaskan pada Bagian 3 dari Bab ini.

Untuk analisa operasional dan peningkatan **jalan perkotaan yang sudah ada**, saran diberikan dalam bentuk perilaku lalu-lintas sebagai fungsi arus pada keadaan standar, lihat bag. 2.5.3c. Rencana jalan perkotaan harus dengan tujuan memastikan derajat kejenuhan tidak melebihi nilai yang dapat diterima (biasanya 0,75). Saran-saran juga diberikan mengenai masalah berikut yang berkaitan dengan **rencana detail** dan **pengaturan lalu-lintas**:

- Pengaruh terhadap keselamatan lalu-lintas dan emisi kendaraan akibat perubahan perencanaan geometrik dan pengaturan lalu-lintas.

- Hal-hal rencana detail terutama yang mengenai kapasitas dan keselamatan.

2.5.2 Standar tipe jalan dan penampang melintang

Buku "Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan" (Direktorat Jenderal Bina Marga, Maret 1992) mencantumkan panduan umum untuk perencanaan jalan perkotaan. Informasi lebih lanjut terutama tentang marka jalan terdapat pada buku "Produk Standar untuk Jalan Perkotaan" (Direktorat Jenderal Bina Marga, Februari 1987).

Dokumen ini menetapkan parameter perencanaan untuk kelas jalan yang berbeda, dan mendefinisikan tipe penampang melintang dengan batasan lebar jalur lalu-lintas dan lebar bahu. Sejumlah standar tipe penampang melintang telah dipilih untuk penggunaan khusus pada bagian panduan berdasarkan standar yang ditunjukkan pada Tabel 2.5.2:1.

Semua penampang melintang diasumsikan mempunyai kereb atau bahu kerikil yang sesuai untuk kendaraan parkir dan berhenti, tetapi bukan untuk dilalui arus lalu-lintas.

Tipe Jalan/ Kode	Lebar Jalan (m)	Bahu/ Kereb	Lebar Bahu (m)		Jarak Kereb - Penghalang (m)	Lebar Median (m)
			Luar	Dalam		
2/2 UD 6,0	6,0	Bahu	1,50			
		Kereb			2,00	
2/2 UD 7,0 *)	7,0	Bahu	1,50			
		Kereb			2,00	
2/2 UD 10,0	10,0	Bahu	1,50			
		Kereb			2,00	
4/2 UD 12,0	12,0	Bahu	1,50			
		Kereb			2,00	
4/2 UD 14,0 *)	14,0	Bahu	1,50			
		Kereb			2,00	
4/2 D 12,0	12,0	Bahu	1,50	0,50		2,00
		Kereb			2,00	2,00
4/2 D 14,0 *)	14,0	Bahu	1,50	0,50		2,00
		Kereb			2,00	2,00
6/2 D 18,0	18,0	Bahu	1,50	0,50		2,00
		Kereb			2,00	2,00
6/2 D 21,0 *)	21,0	Bahu	1,50	0,50		2,00
		Kereb			2,00	2,00

*) Didefinisikan pada panduan perencanaan (Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, Direktorat Jenderal Bina Marga, 1992)

Tabel 2.5.2:1 Definisi tipe penampang melintang jalan yang digunakan pada bagian panduan

2.5.3 Pemilihan tipe dan penampang melintang jalan

a) Umum

Dokumen standar jalan Indonesia menunjuk pada tipe jalan dan penampang melintang yang ditetapkan di atas untuk jalan baru tergantung dari faktor sebagai berikut:

- Fungsi jalan (arteri, kolektor)
- Kelas jalan

Untuk setiap kelas jalan parameter standar jalur lalu-lintas, lebar bahu dan alinyemen jalan ditetapkan dengan rentang tertentu.

Manual ini mempertimbangkan fungsi jalan dan perencanaan geometrik, tetapi tidak secara eksplisit mengkaitkan tipe jalan yang berbeda dengan kode kelas jalan yang ditunjukkan di atas.

Tipe jalan dan penampang melintang tertentu dapat dipilih untuk analisa dengan alasan sebagai berikut:

.1 Untuk memenuhi dokumen standar jalan yang ada dan/atau praktek rekayasa setempat
.2 Untuk memperoleh penyelesaian yang paling ekonomis
.3 Untuk memperoleh perilaku lalu-lintas yang ditentukan
.4 Untuk memperoleh angka kecelakaan yang rendah.

b) Pertimbangan ekonomi

Ambang arus lalu-lintas tahun 1 untuk perencanaan yang paling ekonomis dari jalan perkotaan yang baru berdasarkan analisa biaya siklus hidup (BSH) diberikan pada Tabel 2.5.3:1 di bawah sebagai fungsi dari kelas hambatan samping untuk dua kondisi yang berbeda:

1. Konstruksi baru
   Asumsi umur rencana 23 tahun

2. Pelebaran jalan yang ada (peningkatan jalan)
   Asumsi: Jalan akan diperlebar dalam beberapa tahap segera setelah layak secara ekonomis
   Umur rencana 10 tahun

Hasil rentang ambang arus lalu-lintas (tahun 1) yang mendefinisikan penampang melintang dengan biaya siklus hidup yang paling rendah ditunjukkan pada Tabel 2.5.3:1 di bawah untuk ukuran kota 1-3 Juta. Nilai ambang sedikit lebih rendah untuk kota yang lebih kecil dan lebih tinggi untuk kota yang lebih besar.

KONSTRUKSI BARU

Kondisi		Rentang ambang lalu-lintas dalam kendaraan/jam Tahun 1							
		Tipe jalan/lebar jalur lalu-lintas (m)							
Tipe Aliyemen	Hambatan samping	2/2 UD			4/2 UD		4/2 D		6/2 D
		6 m	7 m	10 m	12 m	14 m	12 m	14 m	21 m
Datar	Rendah	150-200	200-300	350-500	600-800	600-800	650-950	650-1500	> 2000
	Tinggi	150-200	200-300	300-400	400-500	500-600	550-700	550-1350	> 1600

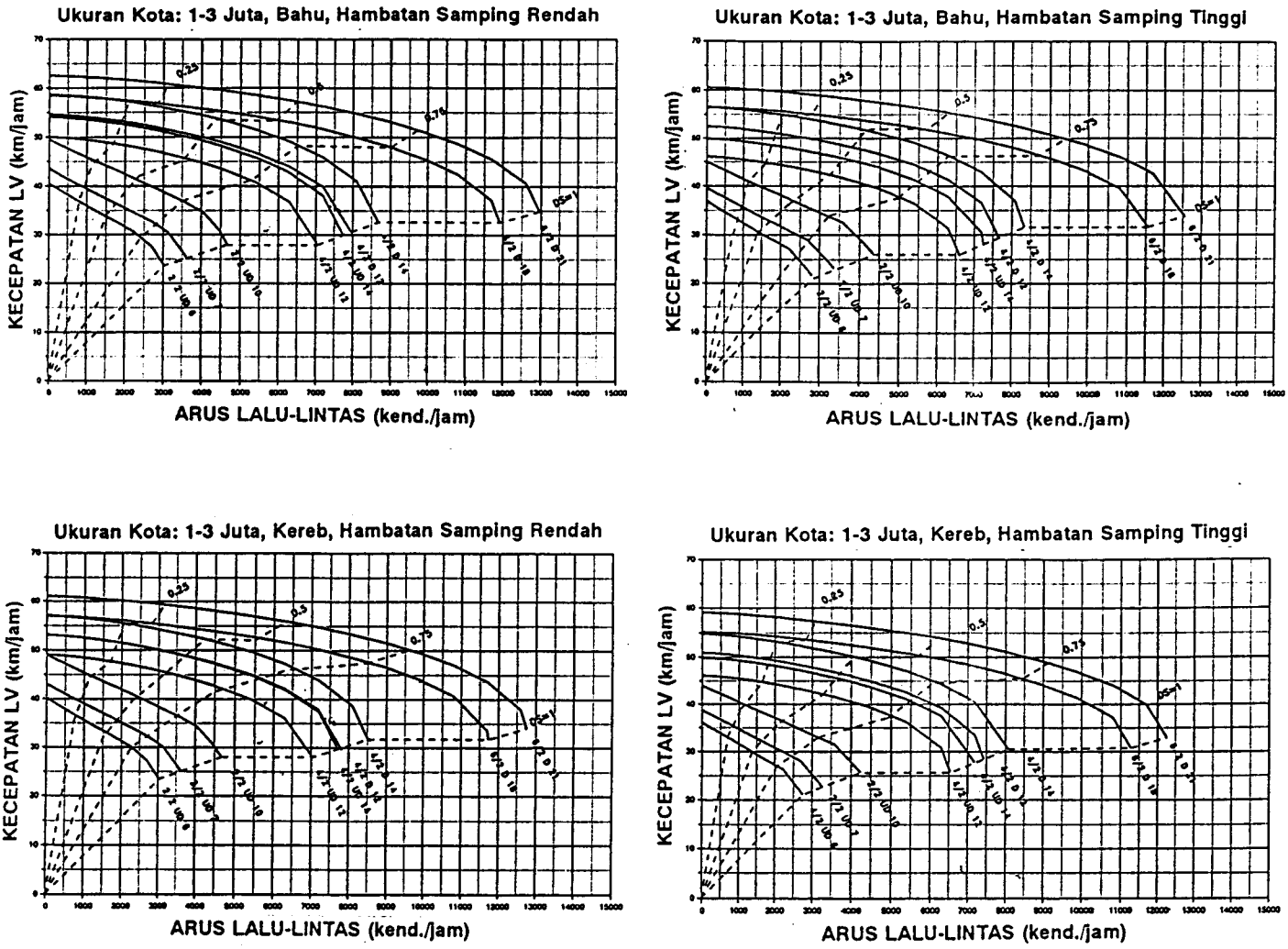
PELEBARAN (Peningkatan Jalan)

Kondisi		Ambang arus lalu-lintas dalam kendaraan/jam Tahun 1					
		Tipe jalan/pelebaran jalur lalu-lintas, dari ... ke ... (m)					
Tipe Aliyemen	Hambatan samping	2/2 UD	4/2 UD		4/2 D		6/2 D
		6 ke 7	7 ke 12	10 ke 14	12 UD ke 14 D	14 UD ke 14 D	12 D ke 21 D
Datar	Rendah	900	1100	1200	1800	1950	
	Tinggi	800	850	950	1500	1600	3550

Tabel 2.5.3:1 Ambang arus lalu-lintas (tahun 1) untuk pemilihan tipe jalan. Ukuran kota 1-3 Juta

c) Perilaku lalu-lintas

Dalam analisa perencanaan dan operasional (untuk meningkatkan) jalan perkotaan yang sudah ada, tujuannya sering kali untuk melakukan perbaikan kecil pada geometrik jalan agar dapat mempertahankan perilaku lalu-lintas yang diinginkan. Gambar 2.5.3:1 menunjukkan hubungan antara kecepatan rata-rata kendaraan ringan (km/jam) dan arus lalu-lintas total (kedua arah) pada berbagai tipe jalan perkotaan dengan hambatan samping rendah dan tinggi. Hasilnya menunjukkan rentang perilaku lalu-lintas masing-masing tipe jalan, dan dapat digunakan sebagai sasaran perancangan atau alternatif anggapan, misalnya dalam analisa perencanaan dan operasional untuk meningkatkan ruas jalan yang sudah ada. Dalam hal seperti ini, perlu diperhatikan untuk tidak melewati derajat kejenuhan 0,75 pada jam puncak tahun rencana. Lihat juga bagian 4.2 tentang analisa perilaku lalu-lintas untuk tujuan perancangan.



Gambar 2.5.3:1 Perilaku lalu-lintas pada jalan perkotaan. Ukuran kota 1-3 Juta.
DS = derajat kejenuhan; LV = kendaraan ringan

d) Pertimbangan keselamatan lalu-lintas

Tingkat kecelakaan lalu-lintas untuk jalan perkotaan telah diestimasi dari data statistik kecelakaan di Indonesia seperti ditunjukkan pada Bab 1 (Pendahuluan).

Pengaruh perencanaan geometrik terhadap tingkat kecelakaan dijelaskan sebagai berikut:

- Pelebaran lajur mengurangi tingkat kecelakaan antara 2 - 15% per meter pelebaran (angka yang tinggi menunjuk pada jalan yang sempit).
- Pelebaran dan perbaikan kondisi permukaan bahu meningkatkan keselamatan lalu-lintas, walaupun dengan derajat yang lebih kecil dibandingkan pelebaran jalan.

- Median mengurangi tingkat kecelakaan sebesar 30%.

- Median penghalang (digunakan jika tidak ada tempat yang cukup untuk membuat median yang normal) mengurangi kecelakaan fatal dan luka berat sebesar 10-30%, tetapi menaikkan kecelakaan kerugian material.

Batas kecepatan, jika secara tepat dilaksanakan, dapat mengurangi tingkat kecelakaan sesuai dengan faktor $(V_{sesudah}/V_{sebelum})^2$.

e) Pertimbangan lingkungan

Emisi gas buang kendaraan dan kebisingan berkaitan erat dengan arus lalu-lintas dan kecepatan. Pada arus lalu-lintas yang konstan emisi ini berkurang dengan pengurangan kecepatan selama jalan tidak mengalami kemacetan. Jika arus lalu-lintas mendekati kapasitas (derajat kejenuhan > 0,8), kondisi turbulen "berhenti dan berjalan" yang disebabkan kemacetan terjadi dan menyebabkan kenaikan emisi gas buang dan kebisingan jika dibandingkan dengan kondisi lalu-lintas yang stabil.

Alinyemen jalan yang tidak diinginkan seperti tikungan tajam dan kelandaian curam menaikkan kebisingan dan emisi gas buang.

2.5.4 Perencanaan rinci

Jika standar perencanaan Indonesia diikuti jalan yang aman dan efisien biasanya diperoleh. Sebagai rekomendasi umum kondisi berikut sebaiknya dipenuhi:

- Standar jalan sebaiknya sejauh mungkin tetap sepanjang rute.

- Di pusat kota selokan sepanjang jalan sebaiknya ditutup, dan trotoar dan kereb disediakan.

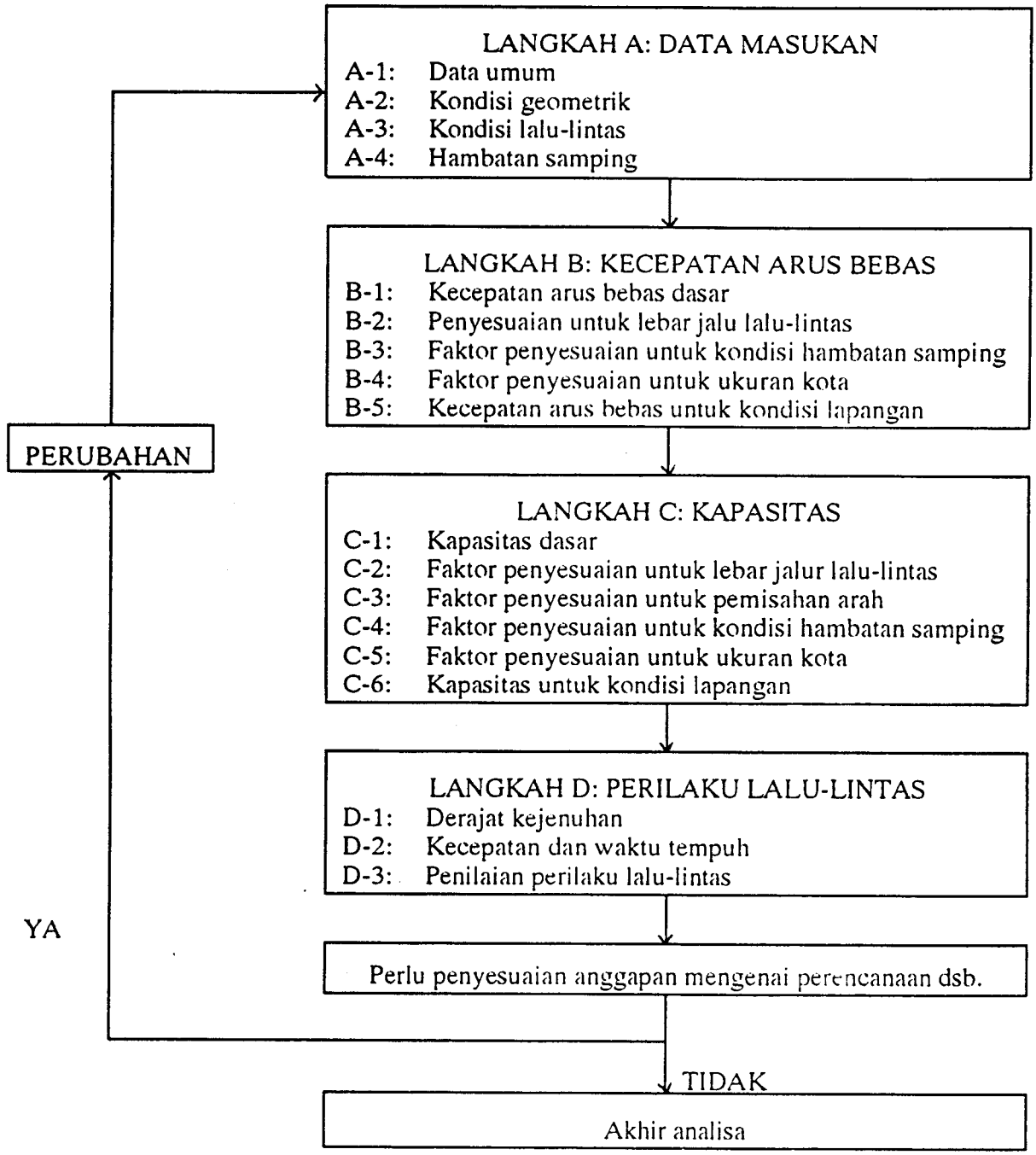
- Bahu jalan sebaiknya rata dan sama tinggi dengan jalur lalu-lintas untuk dapat digunakan oleh kendaraan berhenti.

- Penghalang seperti tiang listrik, pohon dan sebagainya sebaiknya tidak mengganggu bahu jalan, jarak antara bahu dan penghalang diharapkan sejauh mungkin karena pertimbangan keselamatan lalu-lintas.

- Simpang jalan minor dan jalan keluar/masuk lahan di samping jalan sebaiknya dibuat tegak lurus terhadap jalan utama, dan lokasinya menghindari jarak pandang yang pendek.

2.6 RINGKASAN PROSEDUR PERHITUNGAN

Bagan alir prosedur perhitungan untuk jalan perkotaan ditunjukkan pada Gambar 2.6:1 di bawah. Berbagai langkah tersebut dijelaskan secara rinci pada Bagian 3 dan 4.



Gambar 2.6:1 Bagan alir analisa jalan perkotaan

Formulir berikut digunakan untuk perhitungan:

UR-1 Data masukan:
- Kondisi umum
- Geometri jalan

UR-2 Data masukan (lanjutan):
- Arus dan komposisi lalu-lintas
- Hambatan samping

UR-3 Analisa :
- Kecepatan arus bebas kendaraan ringan
- Kapasitas
- Kecepatan kendaraan ringan

Perhatikan bahwa Langkah B, C dan D (lihat Gambar 2.6:1) dilakukan secara terpisah untuk masing-masing arah pada jalan terbagi.

Formulir tersebut tersedia pada Lampiran 5:1.

3. PROSEDUR PERHITUNGAN JALAN PERKOTAAN

Tujuan analisa operasional untuk segmen jalan tertentu dengan kondisi geometrik, lalu-lintas dan lingkungan yang ada atau diramalkan, dapat berupa salah satu atau semua kondisi berikut:

- untuk menentukan kapasitas;
- untuk menentukan derajat kejenuhan sehubungan dengan arus lalu-lintas sekarang atau yang akan datang;
- untuk menentukan kecepatan pada jalan tersebut;

Tujuan utama dari analisa perencanaan adalah untuk menentukan lebar jalan yang diperlukan untuk mempertahankan perilaku lalu-lintas yang diinginkan pada arus lalu-lintas tahun rencana tertentu. Ini dapat berupa lebar jalur lalu-lintas atau jumlah lajur, tetapi dapat juga digunakan untuk memperkirakan pengaruh dari perubahan perencanaan, seperti apakah membuat median atau memperbaiki bahu jalan. Prosedur perhitungan yang digunakan untuk analisa operasional dan untuk perencanaan adalah sama, dan mengikuti prinsip yang dijelaskan pada Bagian 2.2.

Bab ini memuat instruksi langkah demi langkah yang dikerjakan untuk analisa operasional atau perencanaan, dengan menggunakan Formulir UR-1, UR-2 dan UR-3. Formulir kosong untuk fotokopi diberikan pada Lampiran 5:1.

LANGKAH A : DATA MASUKAN

LANGKAH A-1: DATA UMUM

a) Penentuan segmen

Bagi jalan menjadi segmen. Segmen jalan didefinisikan sebagai panjang jalan yang mempunyai karakteristik yang hampir sama. Titik dimana karakteristik jalan berubah secara berarti menjadi batas segmen. Setiap segmen dianalisa secara terpisah. Jika beberapa alternatif (keadaan) geometrik sedang diamati untuk suatu segmen, masing-masing diberi kode khusus dan dicatat dalam formulir data masukan yang terpisah (UR-1 dan UR-2). Formulir analisa terpisah (UR-3) juga digunakan untuk masing-masing keadaan. Jika periode waktu terpisah akan dianalisa, maka nomor kode yang khusus harus diberikan untuk masing-masing keadaan, dan formulir data masukan dan analisa yang terpisah harus digunakan.

Segmen jalan yang diamati sebaiknya tidak dipengaruhi oleh simpang utama atau simpang susun yang mungkin mempengaruhi kapasitas dan perilaku lalu-lintasnya.

b) Data identifikasi segmen

Isi data umum berikut pada bagian atas Formulir UR-1:

- Tanggal (hari,bulan,tahun) dan 'ditangani oleh' (masukkan nama anda).
- Propinsi dimana segmen tersebut berada.
- Nama kota.
- Ukuran kota (jumlah penduduk).
- Nomor ruas (Bina Marga) dan/atau nama jalan.
- Segmen antara ...dan ...
  (mis. Jl Kopo dan Jl Pasir Koja; atau km 4,240 - 4,765).
- Kode segmen.
- Tipe daerah: (mis. Komersial, Permukiman, Akses terbatas/Jalan samping).
- Panjang segmen (mis. 0,525 km).
- Tipe jalan : contoh:
  Empat-lajur dua-arah terbagi: 4/2 D
  Empat-lajur dua-arah tak-terbagi: 4/2 UD
  Dua-lajur dua-arah tak-terbagi: 2/2 UD
  Dua-lajur satu-arah: 2/1
- Periode waktu analisa (mis. Tahun 2000, jam puncak pagi).
- Nomor soal (mis. A2000:1).

LANGKAH A-2: KONDISI GEOMETRIK

a) Rencana situasi

Buat sketsa segmen jalan yang diamati dengan menggunakan ruang yang tersedia pada Formulir UR-1. Pastikan untuk mencakup informasi berikut:

- Arah panah yang menunjukkan Utara.
- Patok kilometer atau obyek lain yang digunakan untuk mengenal lokasi segmen jalan.
- Sketsa alinyemen horisontal segmen jalan.
- Arah panah yang menunjukkan Arah 1 (biasanya ke Utara atau Timur) dan arah 2 (biasanya ke Selatan atau Barat).
- Nama tempat yang dilalui/dihubungkan oleh segmen jalan.
- Bangunan utama atau bangunan samping jalan yang lain dan tata guna lahan.
- Persimpangan dan tempat masuk/keluar lahan di samping jalan.
- Marka jalan seperti garis sumbu, garis dilarang mendahului, marka lajur, garis tepi dan sebagainya.

b) Penampang melintang jalan

Buat sketsa penampang melintang segmen jalan rata-rata dan tunjukkan lebar jalur lalu-lintas, lebar median, kereb, lebar bahu dalam dan luar tak terganggu (jika jalan terbagi), jarak dari kereb ke penghalang samping jalan seperti pohon, selokan, dan sebagainya seperti terlihat pada Gambar A-2:1. Perhatikan bahwa Sisi A dan Sisi B ditentukan oleh garis referensi penampang melintang pada rencana situasi.

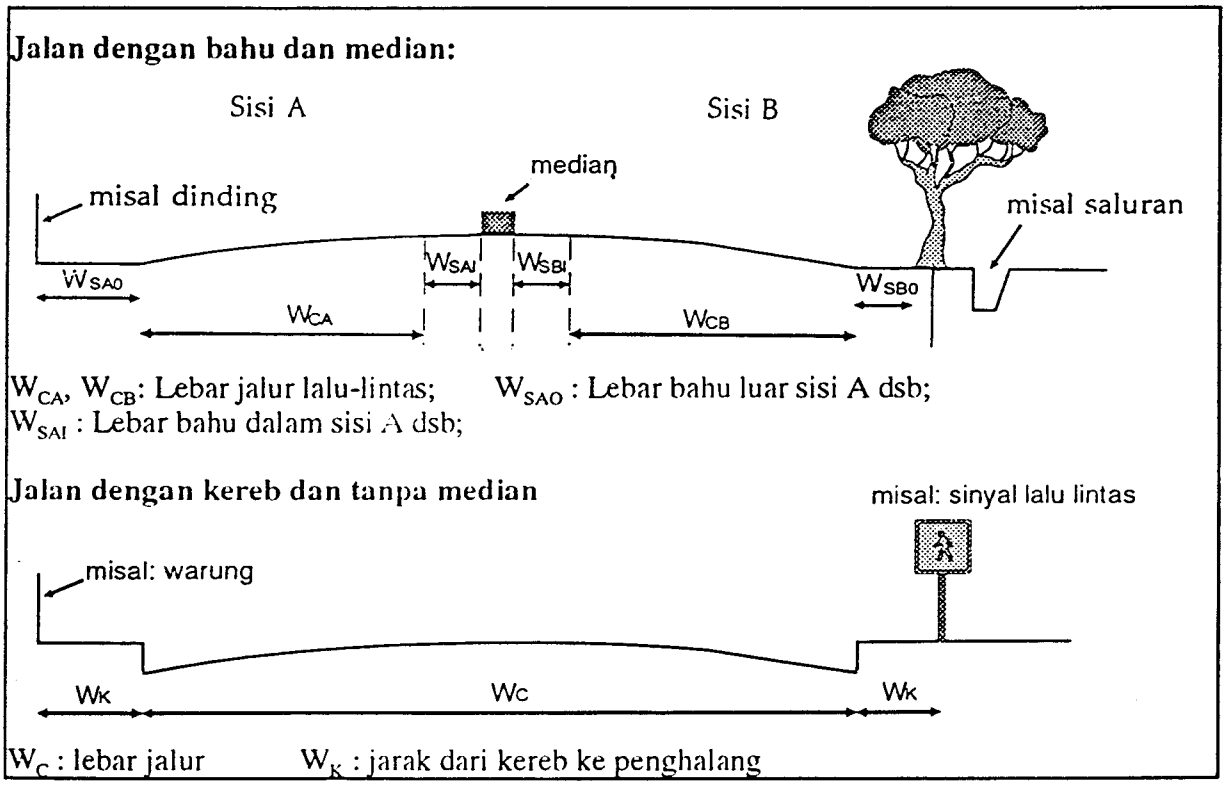
Isi data geometrik yang sesuai untuk segmen yang diamati ke dalam ruang yang tersedia pada tabel di bawah sketsa penampang melintang.

- Lebar jalur lalu-lintas pada kedua sisi/arah.
- Jika terdapat kereb atau bahu pada masing-masing sisi.
- Jarak rata-rata dari kereb ke penghalang pada trotoar seperti pepohonan, tiang lampu dan lain-lain.
- Lebar bahu efektif. Jika jalan hanya mempunyai bahu pada satu sisi, lebar bahu rata-rata adalah sama dengan setengah lebar bahu tersebut. Untuk jalan terbagi lebar bahu rata-rata dihitung per arah sebagai jumlah lebar bahu luar dan dalam.

Jalan tak terbagi: $W_S = (W_{SA} + W_{SB})/2$
Jalan terbagi: Arah 1: $W_{S1} = W_{SAO} + W_{SAI}$; Arah 2: $W_{SBO} + W_{SBI}$
Jalan satu arah: $W_S = W_{SA} + W_{SB}$

- Jika jalan mempunyai median, catat kesinambungan median sebagai berikut:

1) Tanpa bukaan
2) Sedikit bukaan (ada bukaan, tetapi kurang dari satu per 500 m)
3) Banyak bukaan (satu atau lebih bukaan per 500 m)



Gambar A-2:1 Penjelasan istilah geometrik yang digunakan untuk jalan perkotaan

c) Kondisi pengaturan lalu-lintas

Isi informasi tentang pengaturan lalu-lintas yang diterapkan pada segmen jalan yang diamati seperti:

- Batas kecepatan (km/jam);
- Pembatasan masuk dihubungkan dengan tipe kendaraan tertentu;
- Pembatasan parkir (termasuk periode waktu jika tidak sepanjang hari);
- Pembatasan berhenti (termasuk periode waktu jika tidak sepanjang hari);
- Alat/peraturan pengaturan lalu-lintas lainnya.

LANGKAH A-3 : KONDISI LALU-LINTAS

Gunakan Formulir UR-2 untuk mencatat dan mereduksi data masukan arus dan komposisi lalu-lintas.

a) **Arus dan komposisi lalu-lintas**

a.1) Menentukan arus jam rencana dalam kendaraan/jam

Dua alternatif diberikan di bawah, tergantung pada data masukan rinci yang tersedia. Alternatif B sebaiknya diikuti jika memungkinkan.

A : Data tersedia hanya LHRT, pemisahan arah dan komposisi lalu-lintas

.1 Masukkan data masukan berikut pada kotak yang sesuai dalam Formulir UR-2:
- LHRT (kend/hari) untuk tahun/soal yang diamati.
- Faktor-k (rasio antara arus jam rencana dan LHRT; nilai normal k = 0,09)
- Pemisahan arah SP (Arah 1/Arah 2, Nilai normal 50/50 %)

.2 Hitung arus jam rencana (Q_{DH} = k × LHRT × SP/100) untuk masing-masing arah dan total (1+2). Masukkan hasilnya ke dalam tabel untuk data arus kendaraan/jam pada Kolom 9 Baris 3, 4 dan 5.

.3 Masukkan komposisi lalu-lintas dalam kotak, dan hitung jumlah kendaraan untuk masing-masing tipe dan arah dengan mengalikannya dengan arus rencana pada Kolom 9. Masukkan hasilnya pada Kolom 2, 4 dan 6 dalam Baris 3, 4 dan 5.

Nilai normal untuk komposisi lalu-lintas:			
Ukuran kota	LV%	HV%	MC%
< 0,1 Juta penduduk	45	10	45
0,1-0,5 Juta penduduk	45	10	45
0,5-1,0 Juta penduduk	53	9	38
1,0-3,0 Juta penduduk	60	8	32
> 3,0 Juta penduduk	69	7	24

B: Data yang tersedia adalah arus lalu-lintas per jenis per arah

.1 Masukkan nilai arus lalu-lintas jam rencana (Q_{DH}) dalam kend/jam untuk masing-masing tipe kendaraan dan arah ke dalam Kolom 2, 4 dan 6; Baris 3, 4 dan 5. Jika arus yang diberikan adalah dua arah (1+2) masukkan nilai arus pada Baris 5, dan masukkan pemisahan arah yang diberikan (%) pada Kolom 8, Baris 3 dan 4. Kemudian hitung arus masing-masing tipe kendaraan pada masing-masing arah dengan mengalikan nilai arus pada Baris 5 dengan pemisahan arah pada Kolom 8, dan masukkan hasilnya pada Baris 3 dan 4.

a.2) Menentukan ekivalensi mobil penumpang (emp)

Tentukan emp untuk masing-masing tipe kendaraan dari Tabel A-3:1 dan 2 di bawah, dan masukkan hasilnya ke dalam Formulir UR-2 pada tabel untuk **data arus kendaraan/jam**, Baris 1.1 dan 1.2 (untuk jalan tak-terbagi emp selalu sama untuk kedua arah, untuk jalan terbagi yang arusnya tidak sama emp mungkin berbeda).

Tipe jalan: Jalan tak terbagi	Arus lalu-lintas total dua arah (kend/jam)	emp		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalu-lintas W_C (m)	
			≤ 6	> 6
Dua-lajur tak-terbagi (2/2 UD)	0 ≥ 1800	1,3 1,2	0,5 0,35	0,40 0,25
Empat-lajur tak-terbagi (4/2 UD)	0 ≥ 3700	1,3 1,2	0,40 0,25	

Tabel A-3:1 Emp untuk jalan perkotaan tak-terbagi

Tipe jalan: Jalan satu arah dan jalan terbagi	Arus lalu-lintas per lajur (kend/jam)	emp	
		HV	MC
Dua-lajur satu-arah (2/1) dan Empat-lajur terbagi (4/2D)	0 ≥ 1050	1,3 1,2	0,40 0,25
Tiga-lajur satu-arah (3/1) dan Enam-lajur terbagi (6/2D)	0 ≥ 1100	1,3 1,2	0,40 0,25

Tabel A-3:2 Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu-arah

a.3) Menghitung parameter arus lalu-lintas yang diperlukan untuk analisa

- Hitung arus lalu-lintas rencana per jam Q_{DH} dalam smp/jam dengan mengalikan arus dalam kend/jam pada Kolom 2, 4 dan 6 dengan emp yang sesuai pada Baris 1.1 dan 1.2, dan masukkan hasilnya pada Kolom 3, 5 dan 7; Baris 3, 4 dan 5. Hitung arus total dalam smp/jam dan masukkan hasilnya ke dalam Kolom 10.

- Hitung pemisahan arah (SP) sebagai arus total (kend/jam) Arah 1 pada Kolom 9 dibagi dengan arus total Arah 1+2 (kend/jam) pada Kolom yang sama. Masukkan hasilnya ke dalam Kolom 9 Baris 6. SP = $Q_{DH,1}/Q_{DH,1+2}$

- Hitung faktor satuan mobil penumpang $F_{smp} = Q_{smp}/Q_{kend}$ dengan membagi jumlah arus pada Kolom 10 Baris 5 dengan jumlah arus pada Kolom 9, Baris 5. Masukkan hasilnya ke dalam Kolom 10 Baris 7.

LANGKAH A-4: HAMBATAN SAMPING

Tentukan Kelas Hambatan Samping sebagai berikut dan masukkan hasilnya pada Formulir UR-2 dengan melingkari kelas yang sesuai dalam tabel pada bagian paling bawah:

Jika data rinci hambatan samping tersedia, ikuti langkah 1-4 di bawah:

1. Masukkan hasil pengamatan (atau perkiraan jika analisa untuk tahun yang akan datang) mengenai frekwensi hambatan samping per jam per 200 m pada kedua sisi segmen yang diamati, ke dalam Kolom 23 pada Formulir UR-2 :
   - Jumlah pejalan kaki berjalan atau menyeberang sepanjang segmen jalan.
   - Jumlah kendaraan berhenti dan parkir.
   - Jumlah kendaraan bermotor yang masuk dan keluar ke/dari lahan samping jalan dan jalan sisi.
   - Arus kendaraan yang bergerak lambat, yaitu arus total (kend/jam) dari sepeda, becak, delman, pedati, traktor dan sebagainya.

2. Kalikan frekwensi kejadian pada Kolom 23 dengan bobot relatif dari tipe kejadian pada Kolom 22 dan masukkan frekwensi berbobot kejadian pada Kolom 24.

3. Hitung jumlah kejadian berbobot termasuk semua tipe kejadian dan masukkan hasilnya pada baris paling bawah Kolom 24.

4. Tentukan kelas hambatan samping dari tabel A-4:1 berdasarkan hasil dari langkah 3.

Kelas hambatan samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200 m per jam (dua sisi)	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	< 100	Daerah permukiman;jalan dengan jalan samping.
Rendah	L	100 - 299	Daerah permukiman;beberapa kendaraan umum dsb.
Sedang	M	300 - 499	Daerah industri, beberapa toko di sisi jalan.
Tinggi	H	500 - 899	Daerah komersial, aktivitas sisi jalan tinggi.
Sangat Tinggi	VH	> 900	Daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan.

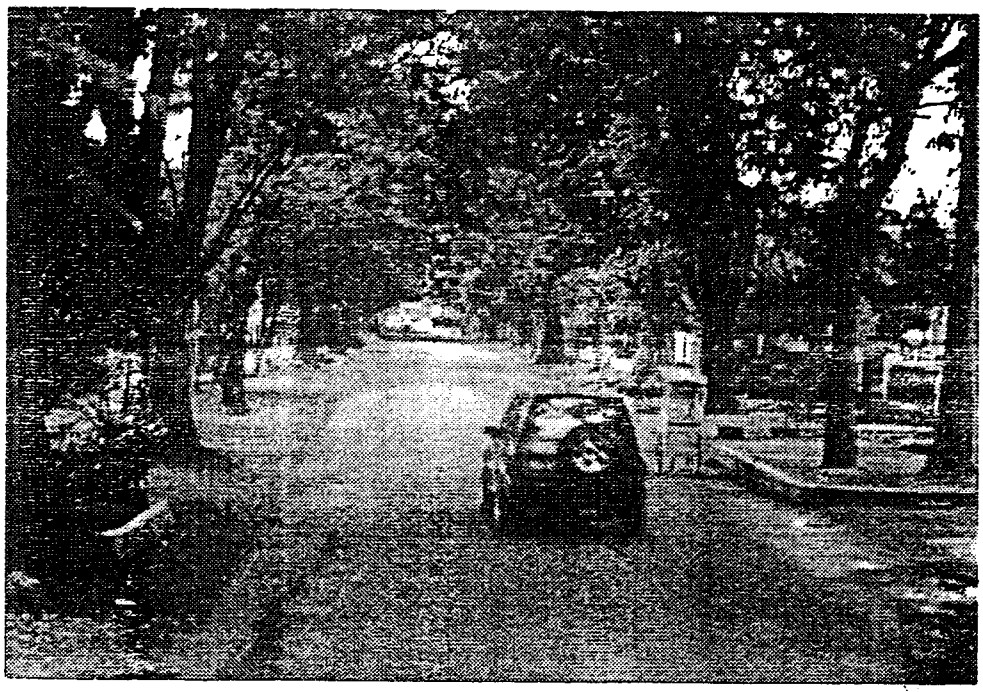
Tabel A-4:1 Kelas hambatan samping untuk jalan perkotaan

Jika data rinci hambatan samping tidak tersedia, kelas hambatan samping dapat ditentukan sebagai berikut:

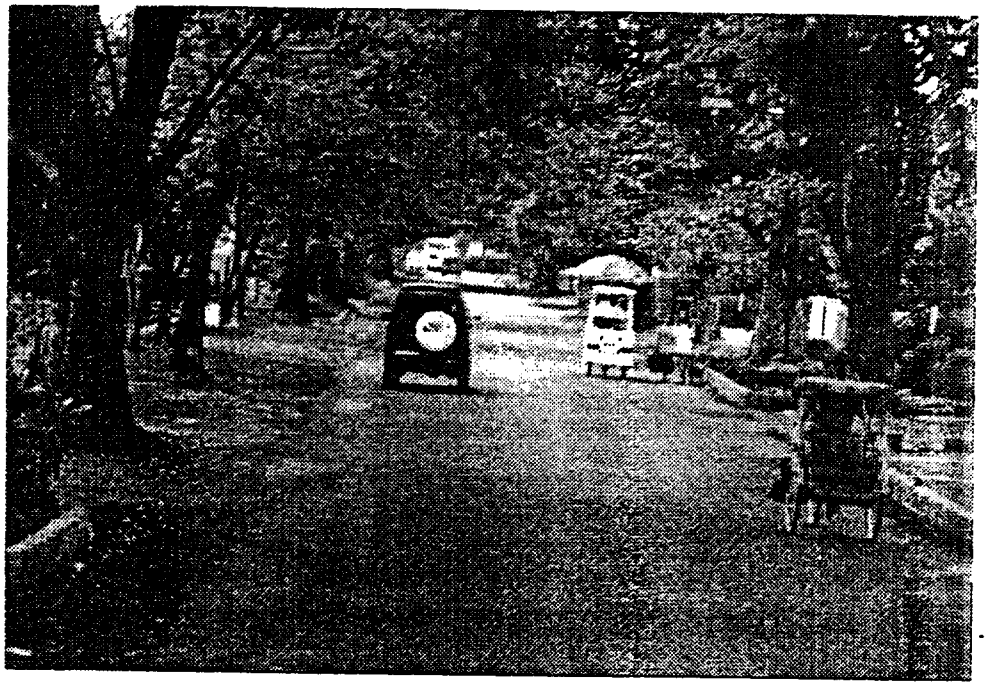
1. Periksa uraian tentang 'kondisi khusus' dari Tabel A-4:1 dan pilih salah satu yang paling tepat untuk keadaan segmen jalan yang dianalisa.

2. Amati foto pada Gambar A-4:1-5 yang menunjukkan kesan visual rata-rata yang khusus dari masing-masing kelas hambatan samping, dan pilih salah satu yang paling sesuai dengan kondisi rata-rata sesungguhnya pada lokasi untuk periode yang diamati.

3. Pilih kelas hambatan samping berdasarkan pertimbangan dari gabungan langkah 1 dan 2 di atas.



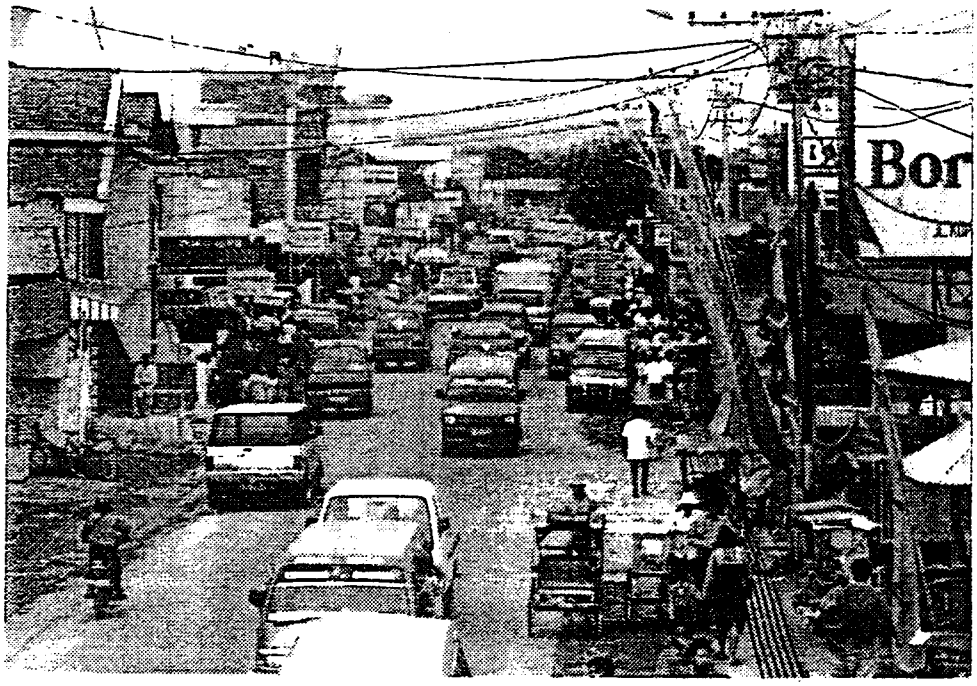
Gambar A-4:1 Hambatan samping sangat rendah pada jalan perkotaan



Gambar A-4:2 Hambatan samping rendah pada jalan perkotaan

Gambar A-4:3 Hambatan samping sedang pada jalan perkotaan

Gambar A-4:4 Hambatan samping tinggi pada jalan perkotaan



Gambar A-4:5 Hambatan samping sangat tinggi pada jalan perkotaan

LANGKAH B: ANALISA KECEPATAN ARUS BEBAS

Untuk jalan tak-terbagi, analisa dilakukan pada kedua arah lalu-lintas. Untuk jalan terbagi, analisa dilakukan terpisah pada masing-masing arah lalu -lintas, seolah-olah masing-masing arah merupakan jalan satu arah yang terpisah.

Perhatikan bahwa kecepatan arus bebas kendaraan ringan digunakan sebagai ukuran utama kinerja dalam Manual ini. Kecepatan arus bebas tipe kendaraan yang lain juga ditunjukkan pada Tabel B-1:1, dan dapat digunakan untuk keperluan lain seperti analisa biaya pemakai jalan. Lihat juga Langkah B-5 b) di bawah.

Gunakan Formulir UR-3 untuk analisa penentuan kecepatan arus bebas, dengan data masukan dari Langkah A (Formulir UR-1 dan UR-2).

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

dimana:

FV	=	Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)
FV_0	=	Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)
FV_W	=	Penyesuaian lebar jalur lalu-lintas efektif (km/jam) (penjumlahan)
FFV_{SF}	=	Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping (perkalian)
FFV_{CS}	=	Faktor penyesuaian ukuran kota (perkalian)

LANGKAH B-1 : KECEPATAN ARUS BEBAS DASAR

Tentukan kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan dengan menggunakan Tabel B-1:1, dan masukkan hasilnya pada Kolom 2 Formulir UR-3.

Tipe jalan	Kecepatan arus bebas dasar (FV_0) (km/jam)			
	Kendaraan ringan LV	Kendaraan berat HV	Sepeda motor MC	Semua kendaraan (rata-rata)
Enam-lajur terbagi (6/2 D) atau Tiga-lajur satu-arah (3/1)	61	52	48	57
Empat-lajur terbagi (4/2 D) atau Dua-lajur satu-arah (2/1)	57	50	47	55
Empat-lajur tak-terbagi (4/2 UD)	53	46	43	51
Dua-lajur tak-terbagi (2/2 UD)	44	40	40	42

Tabel B-1:1 Kecepatan arus bebas dasar (FV_0) untuk jalan perkotaan

Kecepatan arus bebas untuk jalan delapan-lajur dapat dianggap sama seperti jalan enam-lajur dalam Tabel B-1:1.

LANGKAH B-2: PENYESUAIAN KECEPATAN ARUS BEBAS UNTUK LEBAR JALUR LALU-LINTAS (FV_W)

Tentukan penyesuaian untuk lebar jalur lalu-lintas dari Tabel B-2:1 di bawah berdasarkan lebar jalur lalu-lintas efektif (W_C) yang dicatat pada Formulir UR-1. Masukkan penyesuaian FV_W pada Kolom 3, Formulir UR-3. Hitung jumlah kecepatan arus bebas dasar dan penyesuaian ($FV_O + FV_W$) dan masukkan hasilnya pada Kolom 4.

Tipe jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (W_C) (m)	FV_W (km/jam)
Empat-lajur terbagi atau	Per lajur	
Jalan satu-arah	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4
Empat-lajur tak-terbagi	Per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4
Dua-lajur tak-terbagi	Total	
	5	-9,5
	6	-3
	7	0
	8	3
	9	4
	10	6
	11	7

Tabel B-2:1 Penyesuaian untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas (FV_W) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan, jalan perkotaan

Untuk jalan lebih dari empat-lajur (banyak lajur), nilai penyesuaian pada Tabel B-2:1 untuk jalan empat-lajur terbagi dapat digunakan.

LANGKAH B-3: FAKTOR PENYESUAIAN KECEPATAN ARUS BEBAS UNTUK HAMBATAN SAMPING (FFV_{SF})

a) Jalan dengan bahu

Tentukan faktor penyesuaian untuk hambatan samping dari Tabel B-3:1 berdasarkan lebar bahu efektif sesungguhnya dari Formulir UR-1 dan tingkat hambatan samping dari Formulir UR-2. Masukkan hasilnya ke dalam Kolom 5 Formulir UR-3.

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif rata-rata Ws (m)			
		≤ 0,5 m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
Empat-lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,94	0,97	1,00	1,02
	Tinggi	0,89	0,93	0,96	0,99
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
Empat-lajur tak-terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,93	0,96	0,99	1,02
	Tinggi	0,87	0,91	0,94	0,98
	Sangat tinggi	0,80	0,86	0,90	0,95
Dua-lajur tak-terbagi 2/2 UD atau Jalan satu-arah	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,01
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,90	0,93	0,96	0,99
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Tabel B-3:1 Faktor penyesuaian untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu (FFV_{SF}) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan untuk jalan perkotaan dengan bahu

b) Jalan dengan kereb

Tentukan faktor penyesuaian untuk hambatan samping dari Tabel B-3:2 berdasarkan jarak antara kereb dan penghalang pada trotoar sebagaimana ditentukan pada Formulir UR-1, dan tingkat hambatan samping sesungguhnya dari Formulir UR-2. Masukkan hasilnya ke dalam Kolom 5 Formulir UR-3.

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kereb-penghalang			
		Jarak: kereb - penghalang W_K (m)			
		≤ 0,5 m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
Empat-lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,97	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,93	0,95	0,97	0,99
	Tinggi	0,87	0,90	0,93	0,96
	Sangat tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
Empat-lajur tak-terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,96	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,90	0,94
	Sangat tinggi	0,77	0,81	0,85	0,90
Dua-lajur tak-terbagi 2/2 UD atau Jalan satu-arah	Sangat rendah	0,98	0,99	0,99	1,00
	Rendah	0,93	0,95	0,96	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,92	0,95
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Tabel B-3:2 Faktor penyesuaian untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb-penghalang (FFV_{SF}) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan untuk jalan perkotaan dengan kereb.

c) Faktor penyesuaian FFV_{SF} untuk jalan enam-lajur

Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan enam-lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FFV_{SF} untuk jalan empat-lajur yang diberikan dalam Tabel B-3:1 atau B-3:2, disesuaikan seperti di bawah ini:

$$FFV_{6,SF} = 1 - 0,8 \times (1-FFV_{4,SF})$$

dimana:
$FFV_{6,SF}$ = faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan enam-lajur
$FFV_{4,SF}$ = faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan empat-lajur

LANGKAH B-4: FAKTOR PENYESUAIAN KECEPATAN ARUS BEBAS UNTUK UKURAN KOTA (FFV_{CS})

Tentukan faktor penyesuaian untuk Ukuran kota (Juta penduduk sebagaimana dicatat pada Formulir UR-1) dan masukkan hasilnya ke dalam Formulir UR-3, Kolom 6.

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,90
0,1 - 0,5	0,93
0,5 - 1,0	0,95
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,03

Tabel B-4:1 Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan (FFV_{CS}), jalan perkotaan

LANGKAH B-5: PENENTUAN KECEPATAN ARUS BEBAS

a) Kecepatan arus bebas kendaraan ringan

Hitung kecepatan arus bebas kendaraan ringan (LV) dengan mengalikan faktor pada Kolom (4), (5) dan (6) dari Formulir UR-3 dan masukkan hasilnya ke dalam Kolom 7:

$$FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

dimana:
FV = Kecepatan arus bebas kend. ringan (km/jam)
FV_O = Kecepatan arus bebas dasar kend. ringan (km/jam)
FV_W = Penyesuaian lebar jalur lalu-lintas (km/jam)
FFV_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping
FFV_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

b) Kecepatan arus bebas tipe kendaraan lain

Walaupun tidak dipakai sebagai ukuran kinerja lalu-lintas dalam Manual ini, kecepatan arus bebas tipe kendaraan lain dapat juga ditentukan mengikuti prosedur yang dijelaskan di bawah:

1. Hitung penyesuaian total (km/jam) kecepatan arus bebas kendaraan ringan berupa perbedaan antara Kolom 2 dan Kolom 7:

   $$FFV = FV_O - FV$$

   dimana:
   FFV = Penyesuaian kecepatan arus bebas LV (km/jam)
   FV_O = Kecepatan arus bebas dasar LV (km/jam)
   FV = Kecepatan arus bebas LV (km/jam)

2. Hitung kecepatan arus bebas Kendaraan Berat (HV) di bawah:

   $$FV_{HV} = FV_{HV,O} - FFV \times FV_{HV,O} / FV_O$$

   dimana:
   $FV_{HV,O}$ = Kecepatan arus bebas dasar HV (km/jam) (dari Tabel B-1:1)
   FV_O = Kecepatan arus bebas dasar LV (km/jam)
   FFV = Penyesuaian kecepatan arus bebas LV (km/jam) (lihat di atas)

LANGKAH C : ANALISA KAPASITAS

Untuk jalan tak-terbagi, analisa dilakukan pada kedua arah lalu-lintas. Untuk jalan terbagi, analisa dilakukan terpisah pada masing-masing arah lalu -lintas, seolah-olah masing-masing arah merupakan jalan satu arah yang terpisah.

Gunakan data masukan dari Formulir UR-1 dan UR-2 untuk menentukan kapasitas, dengan menggunakan Formulir UR-3.

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \text{ (smp/jam)}$$

dimana:
C = Kapasitas
C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)
FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu-lintas
FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisahan arah
FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping
FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

LANGKAH C-1 : KAPASITAS DASAR

Tentukan kapasitas dasar (C_0) dari Tabel C-1:1 dan masukkan nilainya ke dalam Formulir UR-3, Kolom 11.

Tipe jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	1650	Per lajur
Empat-lajur tak-terbagi	1500	Per lajur
Dua-lajur tak-terbagi	2900	Total dua arah

Tabel C-1:1 Kapasitas dasar jalan perkotaan

Kapasitas dasar jalan lebih dari empat-lajur (banyak lajur) dapat ditentukan dengan menggunakan kapasitas per lajur yang diberikan dalam Tabel C-1:1, walaupun lajur tersebut mempunyai lebar yang tidak standar (penyesuaian untuk lebar dilakukan dalam langkah C-2 di bawah).

LANGKAH C-2 : FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS UNTUK LEBAR JALUR LALU-LINTAS (FC_W)

Tentukan penyesuaian untuk lebar jalur lalu-lintas dari Tabel C-2:1 berdasarkan lebar jalur lalu-lintas efektif (W_C) (lihat Formulir UR-1) dan masukkan hasilnya ke dalam Formulir UR-3, Kolom 12.

Tipe jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (W_C) (m)	FC_W
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat-lajur tak-terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
Dua-lajur tak-terbagi	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Tabel C-2:1 Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas untuk jalan perkotaan (FC_W)

Faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan lebih dari empat lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai per lajur yang diberikan untuk jalan empat-lajur dalam Tabel C-2:1.

LANGKAH C-3 : FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS UNTUK PEMISAHAN ARAH (FC_{SP})

Khusus untuk jalan tak terbagi, tentukan faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah dari Tabel C-3:1 di bawah berdasarkan data masukan kondisi lalu-lintas dari Formulir UR-2, Kolom 9, dan masukkan nilainya ke dalam Formulir UR-3, Kolom 13.

Tabel C-3:1 memberikan faktor penyesuaian pemisahan arah untuk jalan dua-lajur dua-arah (2/2) dan empat-lajur dua-arah (4/2) tak terbagi.

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Tabel C-3:1 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah (FC_{SP})

Untuk jalan terbagi dan jalan satu-arah, faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah tidak dapat diterapkan dan nilai 1,0 sebaiknya dimasukkan ke dalam Kolom 13.

LANGKAH C-4 : FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS UNTUK HAMBATAN SAMPING (FC_{SF})

a) Jalan dengan bahu

Tentukan faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping dari Tabel C-4:1 berdasarkan lebar bahu efektif W_s dari Formulir UR-1, dan kelas hambatan samping (SFC) dari Formulir UR-2, dan masukkan hasilnya ke dalam Formulir UR-3, Kolom 14.

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FC_{SF}			
		Lebar bahu efektif W_s			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,96	0,98	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,88	0,92	0,95	0,98
	VH	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	VL	0,96	0,99	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,87	0,91	0,94	0,98
	VH	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 UD atau Jalan satu-arah	VL	0,94	0,96	0,99	1,01
	L	0,92	0,94	0,97	1,00
	M	0,89	0,92	0,95	0,98
	H	0,82	0,86	0,90	0,95
	VH	0,73	0,79	0,85	0,91

Tabel C-4:1 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu (FC_{SF}) pada jalan perkotaan dengan bahu

b) Jalan dengan kereb

Tentukan faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FC_{SF}) dari Tabel C-4:2 berdasarkan jarak antara kereb dan penghalang pada trotoar W_K dari Formulir UR-1, dan kelas hambatan samping (SFC) dari Formulir UR-2, dan masukkan hasilnya ke dalam Formulir UR-3, Kolom 14.

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kereb-penghalang FC_{SF}			
		Jarak: kereb-penghalang W_K			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau Jalan satu-arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

Tabel C-4:1 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb-penghalang (FC_{SF}) jalan perkotaan dengan kereb

c) Faktor penyesuaian FC_{SF} untuk jalan enam-lajur

Faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan 6-lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FC_{SF} untuk jalan empat-lajur yang diberikan pada Tabel C-4:1 atau C-4:2, sebagaimana ditunjukkan di bawah:

$$FC_{6,SF} = 1 - 0{,}8\ (1 - FC_{4,SF})$$

dimana:
$FC_{6,SF}$ = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan enam-lajur
$FC_{4,SF}$ = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan empat-lajur

LANGKAH C-5: FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS UNTUK UKURAN KOTA (FC_{CS})

Tentukan penyesuaian untuk ukuran kota dengan menggunakan Tabel C-5:1 sebagai fungsi jumlah penduduk (Juta) dari Formulir UR-1, dan masukkan hasilnya ke dalam Formulir UR-3, Kolom 15.

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 - 0,5	0,90
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Tabel C-5:1 Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{CS}) pada jalan perkotaan

LANGKAH C-6: PENENTUAN KAPASITAS

Tentukan kapasitas segmen jalan pada kondisi lapangan dengan menggunakan data yang diisikan ke dalam Formulir UR-3 Kolom 11-15 dan masukkan hasilnya ke dalam Kolom 16.

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \text{ (smp/jam)}$$

dimana:

C = Kapasitas
C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)
FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu-lintas
FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisahan arah
FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping
FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

LANGKAH D : PERILAKU LALU-LINTAS

Untuk jalan tak-terbagi, analisa dilakukan pada kedua arah lalu-lintas. Untuk jalan terbagi, analisa dilakukan terpisah pada masing-masing arah lalu -lintas, seolah-olah masing-masing arah merupakan jalan satu arah yang terpisah.

Gunakan kondisi masukan yang ditentukan dalam Langkah A-1 dan A-3 (Formulir UR-1 dan UR-2) dan kecepatan arus bebas dan kapasitas yang ditentukan dalam Langkah B dan C (Formulir UR-3) untuk menentukan derajat kejenuhan, kecepatan dan waktu tempuh. Gunakan Formulir UR-3 untuk analisa perilaku lalu-lintas.

LANGKAH D-1 : DERAJAT KEJENUHAN

1. Lihat arus total (Q) dari Formulir UR-2 Kolom 10 Baris 5 untuk jalan tak-terbagi, dan Kolom 10 Baris 3 dan 4 untuk masing-masing arah dari jalan terbagi, dan masukkan nilainya ke dalam Formulir UR-3 Kolom 21.

2. Dengan menggunakan kapasitas (C) dari Kolom 16 Formulir UR-3, hitung rasio antara Q dan C yaitu derajat kejenuhan dan masukkan nilainya ke dalam Kolom 22.

   DS = Q/C

LANGKAH D-2 : KECEPATAN DAN WAKTU TEMPUH

1. Tentukan kecepatan pada kondisi lalu-lintas, hambatan samping dan kondisi geometrik sesungguhnya sebagai berikut dengan menggunakan Gambar D-2:1 (jalan dua-lajur tak-terbagi) atau Gambar D-2:2 (jalan banyak-lajur atau jalan satu-arah) sebagai berikut:

   a) Masukkan nilai derajat kejenuhan (DS dari Kolom 22) pada sumbu horisontal (X) pada bagian bawah gambar.

   b) Buat garis sejajar dengan sumbu vertikal (Y) dari titik tersebut sampai berpotongan dengan nilai kecepatan arus bebas sesungguhnya (FV dari Kolom 7).

   c) Buat garis horisontal sejajar dengan sumbu (X) sampai berpotongan dengan sumbu vertikal (Y) pada bagian sebelah kiri gambar dan lihat nilai kecepatan kendaraan ringan sesungguhnya untuk kondisi yang dianalisa.

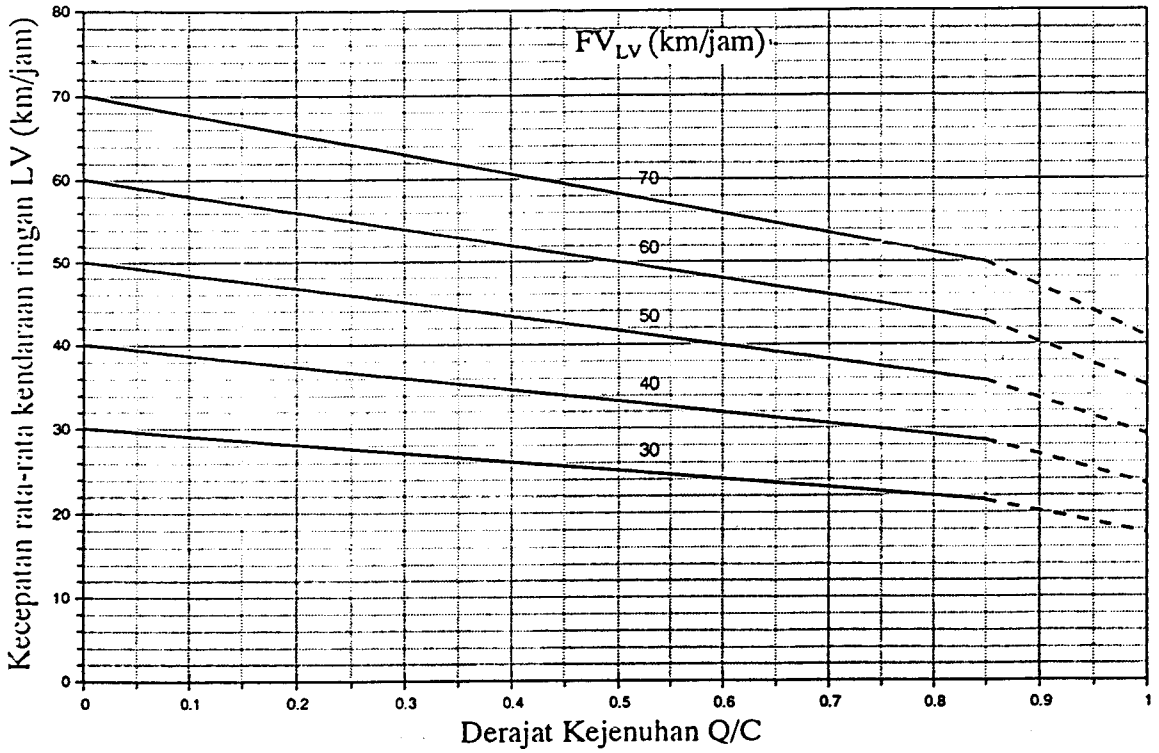
   d) Masukkan nilai ini ke dalam Kolom 23 Formulir UR-3.

2. Masukkan panjang segmen L (km) ke dalam Kolom 24 (Formulir UR-1).

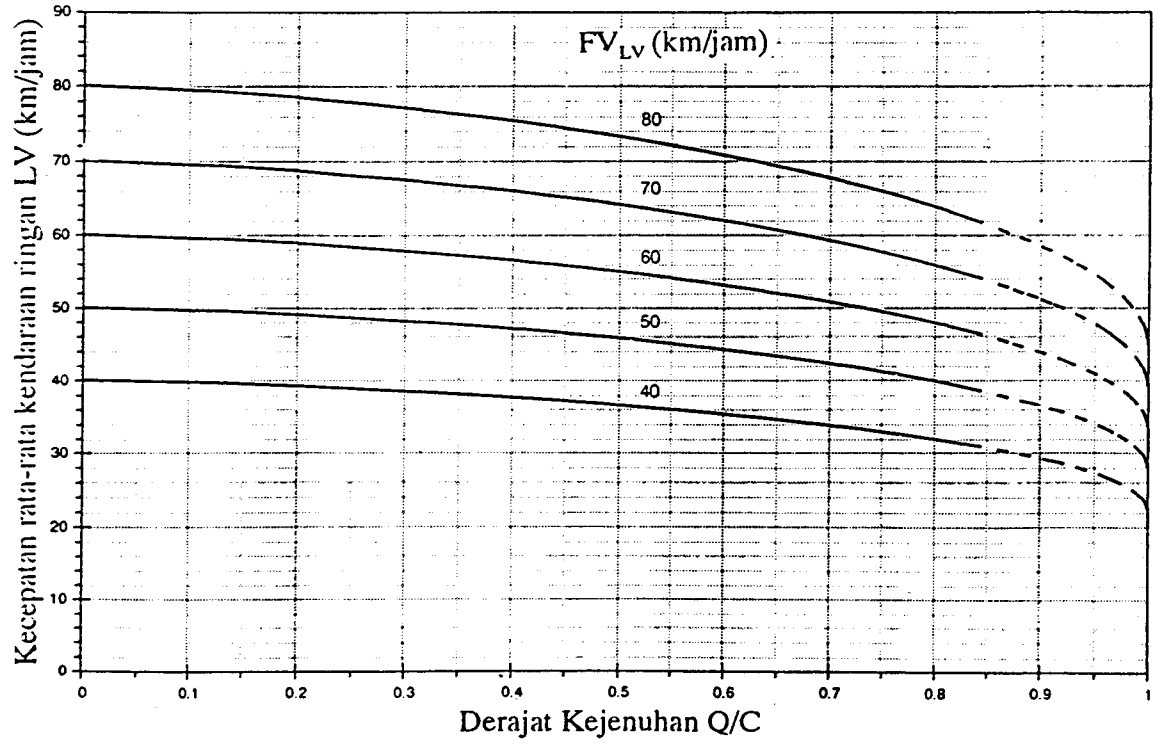
3. Hitung waktu tempuh rata-rata untuk kendaraan ringan dalam jam untuk kondisi yang diamati, dan masukkan hasilnya ke dalam Kolom 25:

   Waktu tempuh rata-rata TT = L/V (jam)

   (Waktu tempuh rata-rata dalam detik dapat dihitung dengan TT × 3.600).



Gambar D-2:1 Kecepatan sebagai fungsi dari DS untuk jalan 2/2 UD



Gambar D-2:2 Kecepatan sebagai fungsi dari DS untuk jalan banyak-lajur dan satu-arah

LANGKAH D-3 : PENILAIAN PERILAKU LALU-LINTAS

Manual ini terutama direncanakan untuk memperkirakan kapasitas dan perilaku lalu-lintas pada kondisi tertentu yang berkaitan dengan rencana geometrik, lalu-lintas dan lingkungan. Karena hasilnya biasanya tidak dapat diperkirakan sebelumnya, mungkin diperlukan perbaikan kondisi yang sesuai dengan pengetahuan para ahli, terutama kondisi geometrik, untuk memperoleh perilaku lalu-lintas yang diinginkan berkaitan dengan kapasitas, kecepatan dan sebagainya.

Cara yang paling cepat untuk menilai hasilnya adalah dengan melihat derajat kejenuhan dari kondisi yang diamati, dan membandingkannya dengan pertumbuhan lalu-lintas tahunan dan "umur" fungsional yang diinginkan dari segmen jalan tersebut. Jika derajat kejenuhan yang diperoleh terlalu tinggi (DS > 0,75), pengguna manual mungkin ingin merubah asumsi yang berkaitan dengan penampang melintang jalan dan sebagainya, dan membuat perhitungan baru. Hal ini akan membutuhkan formulir baru dengan nomor soal yang baru. Perhatikan bahwa untuk jalan terbagi, penilaian harus dikerjakan dahulu pada setiap arah untuk sampai pada penilaian yang menyeluruh.

---

4. PROSEDUR PERHITUNGAN UNTUK ANALISA PERANCANGAN

Untuk perancangan, rencana jalan dan data lalu-lintas dan lingkungan sebaiknya diketahui secara umum, tetapi tidak rinci, dan peramalan arus lalu-lintas biasanya diberikan dalam LHRT, bukan arus jam puncak. Karena itu asumsi tertentu mengenai perencanaan geometrik, lalu-lintas dan lingkungan harus dibuat. Hubungan antara arus jam puncak atau arus rencana (Q_{DH}) dan LHRT juga harus diasumsikan. Hubungan ini biasanya dinyatakan sebagai faktor LHRT, sebagai berikut:

$$k = Q_{DH} / LHRT$$

Analisa perancangan biasanya dikerjakan untuk dua arah, walaupun jalan tersebut diperkirakan akan mempunyai median. (Tidak ada masalah dengan hal ini karena pemisahan arah 50/50 diasumsikan untuk perancangan).

4.1 ASUMSI DASAR UNTUK BERBAGAI TIPE JALAN

4.1.1 Jalan dua-lajur dua-arah (2/2 UD)

Anggapan yang digunakan untuk perancangan jalan dua-lajur dua-arah adalah sebagai berikut:

Penampang melintang:	Lebar jalur lalu-lintas 7 m, lebar bahu efektif 1,5 m pada kedua sisi; Tidak ada median	
Alinyemen:	Datar	
Hambatan samping:	Rendah (lihat Bagian 1.3)	
Ukuran kota:	1,0 - 3,0 Juta penduduk	
Komposisi lalu-lintas:	Kendaraan Ringan (LV):	60%
	Kendaraan Berat (HV):	8%
	Sepeda Motor (MC):	32%
Faktor-k:	k = 0,09 (Arus jam rencana = 0,09 × LHRT)	
Pemisahan arah:	50/50	

4.1.2. Jalan empat-lajur dua-arah (4/2)

Anggapan yang digunakan untuk perancangan jalan empat-lajur dua-arah adalah sebagai berikut:

a) Jalan empat-lajur terbagi

Penampang melintang:	Jalur lalu-lintas 2×2 lajur, lebar lajur 3,50 m Kereb (tanpa bahu) Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 m Median tanpa bukaan
Alinyemen:	Datar
Hambatan samping:	Rendah (lihat Bagian 1.3)
Ukuran kota:	1,0 - 3,0 Juta penduduk
Komposisi lalu-lintas:	Kendaraan Ringan (LV): 60% Kendaraan Berat (HV): 8% Sepeda Motor (MC): 32%
Faktor-k:	k = 0,09 (Arus jam rencana = 0,09 × LHRT)
Pemisahan arah:	50/50

b) Jalan empat-lajur tak-terbagi

Penampang melintang:	Jalur lalu-lintas 2×2 lajur, lebar lajur 3,50 m Kereb (tanpa bahu) Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 m Tidak ada median
Alinyemen:	Datar
Hambatan samping:	Rendah (lihat Bagian 1.3)
Ukuran kota:	1,0 - 3,0 Juta penduduk
Komposisi lalu-lintas:	Kendaraan Ringan (LV): 60% Kendaraan Berat (HV): 8% Sepeda Motor (MC): 32%
Faktor-k:	k = 0,09 (Arus jam rencana = 0,09 × LHRT)
Pemisahan arah:	50/50

4.1.3. Jalan enam-lajur dua-arah (6/2 D)

Anggpan yang digunakan untuk perancangan jalan enam-lajur dua-arah adalah sebagai berikut:

Penampang melintang:	Jalur lalu-lintas 2x3 lajur, lebar lajur 3,50 m Lebar bahu efektif 2,0 m diukur sebagai lebar bahu dalam + luar (lihat Gambar A.2:1 pada Bagian 3) untuk setiap jalur lalu-lintas (bahu tidak diperkeras, tidak sesuai untuk arus lalu-lintas) Median tanpa bukaan
Alinyemen:	Datar
Hambatan samping:	Rendah (lihat Bagian 1.3)
Ukuran kota:	1,0 - 3,0 Juta penduduk
Komposisi lalu-lintas:	Kendaraan Ringan (LV): 60% Kendaraan Berat (HV): 8% Sepeda Motor (MC): 32%
Faktor-k:	k = 0,09 (Arus jam rencana = 0,09 × LHRT)
Pemisahan arah:	50/50

4.2 ANALISA PERILAKU LALU-LINTAS

Berdasarkan anggapan yang dicatat pada Bagian 4.1 di atas, prosedur yang diusulkan untuk analisa operasional dan perencanaan telah digunakan untuk membuat Tabel 4.2:1 di bawah, yang menghubungkan LHRT atau Q_{DH} dengan perilaku lalu-lintas berupa:

- Kecepatan arus bebas (kecepatan pada arus = 0)
- Derajat kejenuhan
- Kecepatan pada berbagai macam arus dan derajat kejenuhan.

UKURAN KOTA	TIPE JALAN	VARIABEL	LALU-LINTAS HARIAN RATA-RATA TAHUNAN LHRT kend/jam: ARUS KENDARAAN PER JAM Qd kend/jam Faktor-k = 0,09																				
		LHRT kend/hari	0	5.000	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000	35.000	40.000	45.000	50.000	55.000	60.000	70.000	80.000	90.000	100.000	110.000	120.000	130.000	140.000	150.000
		Qd kend/jam	0	450	900	1.350	1.800	2.250	2.700	3.150	3.600	4.050	4.500	5.400	6.300	7.200	8.100	9.000	9.900	10.800	11.700	12.600	13.500
< 0,1 J	2/2 UD, bahu	DS	0.00	0.14	0.27	0.39	0.51	0.64	0.76	0.89													
		Kecepatan km/jam	39	37	36	34	32	31	29	27													
	2/2 UD, kereb	DS	0.00	0.14	0.27	0.39	0.51	0.64	0.76	0.89													
		Kecepatan km/jam	39	37	35	34	32	30	29	26													
	4/2 UD, bahu	DS	0.00	0.07	0.13	0.19	0.25	0.31	0.37	0.42	0.48	0.54	0.60	0.71	0.83	0.95							
		Kecepatan km/jam	49	48	48	48	47	47	46	46	45	44	43	41	38	33							
	4/2 UD, kereb	DS	0.00	0.07	0.13	0.19	0.25	0.31	0.37	0.42	0.48	0.54	0.60	0.71	0.83	0.95							
		Kecepatan km/jam	48	48	47	47	46	46	45	45	44	43	42	40	37	32							
	4/2 D, bahu	DS	0.00	0.06	0.12	0.17	0.23	0.28	0.33	0.38	0.43	0.48	0.53	0.64	0.74	0.85	0.96						
		Kecepatan km/jam	53	53	52	52	52	51	51	50	49	49	48	46	44	41	36						
	4/2 D, kereb	DS	0	0.06	0.12	0.18	0.23	0.29	0.34	0.39	0.44	0.49	0.54	0.65	0.76	0.87	0.97						
		Kecepatan km/jam	51	51	51	50	50	50	49	48	48	47	46	44	42	38	33						
	6/2 D, bahu	DS	0	0.04	0.08	0.12	0.15	0.19	0.23	0.26	0.30	0.33	0.37	0.44	0.50	0.57	0.64	0.71	0.78	0.85	0.92	0.99		
		Kecepatan km/jam	56	56	56	56	55	55	55	55	54	54	53	52	51	50	48	47	45	43	40	34		
	6/2 D, kereb	DS	0	0.04	0.08	0.12	0.16	0.19	0.23	0.27	0.30	0.34	0.37	0.44	0.51	0.58	0.65	0.72	0.79	0.87	0.94			
		Kecepatan km/jam	55	55	55	54	54	54	54	53	53	52	52	51	50	49	48	46	44	42	38			
0,1-0,5 J	2/2 UD, bahu	DS	0	0.13	0.25	0.37	0.49	0.61	0.73	0.85	0.97													
		Kecepatan km/jam	41	39	37	35	34	32	31	29	25													
	2/2 UD, kereb	DS	0	0.13	0.25	0.37	0.49	0.61	0.73	0.85	0.97													
		Kecepatan km/jam	40	38	37	35	34	32	31	29	24													
	4/2 UD, bahu	DS	0	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.35	0.41	0.46	0.51	0.57	0.68	0.80	0.91								
		Kecepatan km/jam	50	50	50	49	49	48	48	47	47	46	45	43	40	36								
	4/2 UD, kereb	DS	0	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.35	0.41	0.46	0.51	0.57	0.68	0.80	0.91								
		Kecepatan km/jam	49	49	49	48	48	48	47	46	46	45	44	42	39	34								
	4/2 D, bahu	DS	0	0.06	0.11	0.18	0.22	0.27	0.32	0.37	0.41	0.46	0.51	0.61	0.71	0.81	0.91							
		Kecepatan km/jam	55	54	54	54	53	53	52	52	51	51	50	48	46	43	39							
	4/2 D, kereb	DS	0	0.06	0.11	0.17	0.22	0.27	0.32	0.37	0.42	0.47	0.52	0.62	0.72	0.82	0.93							
		Kecepatan km/jam	53	53	53	52	52	51	51	50	50	49	48	46	44	41	37							
	6/2 D, bahu	DS	0	0.04	0.07	0.11	0.15	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.35	0.42	0.48	0.54	0.61	0.68	0.75	0.81	0.88	0.95		
		Kecepatan km/jam	58	58	58	58	57	57	57	56	56	56	55	54	54	52	51	50	48	46	43	40		
	6/2 D, kereb	DS	0	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26	0.29	0.32	0.36	0.42	0.49	0.55	0.62	0.69	0.76	0.83	0.90	0.97		
		Kecepatan km/jam	57	57	56	56	56	56	55	55	55	54	54	53	52	51	50	48	46	44	42	38		
0,5 - 1,0 J	2/2 UD, bahu	DS	0.00	0.13	0.26	0.38	0.50	0.62	0.75	0.87	1.00													
		Kecepatan km/jam	41	40	38	36	34	33	31	29	24													
	2/2 UD, kereb	DS	0.00	0.13	0.26	0.38	0.50	0.62	0.75	0.87	1.00													
		Kecepatan km/jam	41	39	37	36	34	32	31	29	24													
	4/2 UD, bahu	DS	0.00	0.06	0.13	0.19	0.25	0.30	0.36	0.42	0.47	0.53	0.59	0.70	0.82	0.94								
		Kecepatan km/jam	51	51	51	50	50	49	49	48	47	47	46	43	40	36								
	4/2 UD, kereb	DS	0.00	0.06	0.13	0.19	0.25	0.30	0.36	0.42	0.47	0.53	0.59	0.70	0.82	0.94								
		Kecepatan km/jam	50	50	50	49	49	48	48	47	47	46	45	43	40	35								
	4/2 D, bahu	DS	0.00	0.06	0.11	0.17	0.22	0.27	0.32	0.37	0.42	0.47	0.52	0.63	0.73	0.83	0.94							
		Kecepatan km/jam	56	56	55	55	55	54	54	53	53	52	52	51	49	46	42	38						
	4/2 D, kereb	DS	0.00	0.06	0.11	0.17	0.22	0.28	0.33	0.38	0.43	0.48	0.53	0.64	0.74	0.85	0.96							
		Kecepatan km/jam	54	54	54	55	53	52	52	51	51	50	49	47	45	42	38							
	6/2 D, bahu	DS	0.00	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26	0.29	0.33	0.36	0.43	0.49	0.56	0.63	0.70	0.77	0.84	0.91	0.98		
		Kecepatan km/jam	59	59	59	58	58	58	58	58	57	57	56	56	54	53	52	50	48	46	43	39		
	6/2 D, kerb	DS	0.00	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26	0.30	0.33	0.37	0.45	0.52	0.59	0.67	0.74	0.81	0.89	0.96			
		Kecepatan km/jam	58	58	58	57	57	57	57	56	56	55	55	54	53	52	50	49	47	44	41	33		
1,0-3,0 J	2/2 UD, bahu	DS	0	0.13	0.26	0.38	0.50	0.62	0.75	0.87	0.99													
		Kecepatan km/jam	44	43	40	38	36	34	33	30	26													
	2/2 UD, kereb	DS	0.00	0.13	0.26	0.38	0.50	0.62	0.75	0.87	0.99													
		Kecepatan km/jam	43	41	39	38	36	34	32	30	25													
	4/2 UD, bahu	DS	0.00	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.36	0.41	0.47	0.53	0.59	0.70	0.82	0.95								
		Kecepatan km/jam	54	54	54	53	53	52	51	51	50	49	48	46	43	38								
	4/2 UD, kereb	DS	0.00	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.36	0.41	0.47	0.53	0.59	0.70	0.82	0.95								
		Kecepatan km/jam	53	53	53	52	52	51	50	50	49	48	47	45	43	37								
	4/2 D, bahu	DS	0.00	0.06	0.11	0.18	0.22	0.27	0.32	0.37	0.42	0.47	0.52	0.63	0.73	0.83	0.93							
		Kecepatan km/jam	59	59	58	58	57	57	56	56	55	54	53	51	49	46	41							
	4/2 D, kereb	DS	0.00	0.06	0.11	0.17	0.22	0.27	0.33	0.38	0.43	0.48	0.53	0.61	0.74	0.85	0.95							
		Kecepatan km/jam	57	57	57	56	56	55	55	54	53	53	52	50	47	44	39							
	6/2 D, bahu	DS	0.00	0.04	0.07	0.11	0.15	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.42	0.49	0.56	0.63	0.69	0.76	0.83	0.90	0.97		
		Kecepatan km/jam	62	62	62	62	62	61	61	61	60	60	59	58	57	56	55	53	51	49	45	41		
	6/2 D, kerb	DS	0.00	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26	0.29	0.33	0.36	0.43	0.50	0.58	0.64	0.71	0.78	0.85	0.92	0.99		
		Kecepatan km/jam	61	61	61	61	60	60	60	59	59	58	58	57	56	55	53	51	49	47	44	38		
> 3,0 J	2/2 UD, bahu	DS	0.00	0.13	0.26	0.39	0.51	0.64	0.77	0.90														
		Kecepatan km/jam	45	43	41	39	37	35	33	30														
	2/2 UD, kereb	DS	0.00	0.13	0.26	0.39	0.51	0.64	0.77	0.90														
		Kecepatan km/jam	44	42	40	39	37	35	33	30														
	4/2 UD, bahu	DS	0.00	0.06	0.13	0.19	0.25	0.31	0.37	0.42	0.48	0.54	0.60	0.72	0.84	0.96								
		Kecepatan km/jam	56	55	55	55	54	54	53	52	51	50	49	47	45	42								
	4/2 UD, kereb	DS	0.00	0.06	0.13	0.19	0.25	0.31	0.37	0.42	0.48	0.54	0.60	0.72	0.84	0.96								
		Kecepatan km/jam	55	54	54	54	53	53	52	51	50	49	48	46	43	38								
	4/2 D, bahu	DS	0.00	0.06	0.11	0.17	0.22	0.27	0.33	0.38	0.43	0.48	0.54	0.64	0.75	0.86	0.97							
		Kecepatan km/jam	60	60	60	60	59	59	58	57	56	56	55	53	50	46	40							
	4/2 D, kereb	DS	0.00	0.06	0.11	0.17	0.23	0.28	0.33	0.39	0.44	0.49	0.55	0.66	0.77	0.88	0.98							
		Kecepatan km/jam	58	58	58	58	57	57	56	55	55	54	53	51	48	44	37							
	6/2 D, bahu	DS	0.00	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26	0.29	0.33	0.37	0.44	0.50	0.57	0.65	0.72	0.79	0.86	0.93			
		Kecepatan km/jam	64	64	64	64	64	63	63	62	62	62	61	60	58	57	56	54	52	49	45			
	6/2 D, kerb	DS	0.00	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.23	0.26	0.30	0.34	0.37	0.44	0.51	0.58	0.66	0.73	0.80	0.88	0.95			
		Kecepatan km/jam	63	63	63	62	62	62	61	61	61	60	60	59	57	56	54	52	50	47	43			

Tabel 4-2:1 Perilaku lalu-lintas sebagai fungsi dari tipe jalan dan LHRT

Tabel 4-2:1 dapat digunakan sebagai berikut:

a) Untuk memperkirakan perilaku lalu-lintas pada berbagai tipe jalan dengan LHRT atau arus jam rencana (Q_{DH}) tertentu. Interpolasi linier dapat dilakukan untuk nilai arus yang terletak diantara nilai yang diberikan pada bagian atas tabel.

b) Untuk memperkirakan arus lalu-lintas yang dapat ditampung oleh berbagai tipe jalan dalam batas derajat kejenuhan dan kecepatan yang diijinkan .

Jika anggapan dasar mengenai faktor-k dan komposisi lalu-lintas tidak sesuai dengan kondisi yang diamati, Tabel 4-2:1 dapat digunakan dengan memakai arus jam rencana (Q_{DH}) sebagai berikut:

Hitung parameter berikut:

.1 Hitung $Q_{DH} = k \times LHRT$ (kend/jam)

.2 Hitung Faktor-smp untuk mengubah kend/jam menjadi smp/jam dengan menggunakan komposisi lalu-lintas dan emp (lihat Formulir UR-2) sebagai berikut:

Kondisi lapangan:

$$P_{act} = (LV_{act}\% \times emp_{LV} + HV_{act}\% \times emp_{HV} + MC_{act}\% \times emp_{MC})/100$$

Anggapan kondisi standar (lihat Bagian 4.1)

$$P_{ass} = (LV_{ass}\% \times emp_{LV} + HV_{ass}\% \times emp_{HV} + MC_{ass}\% \times emp_{MC})/100$$

.3 Hitung arus jam rencana yang disesuaikan (Q_{DHadj}) dalam kend/jam:

$$Q_{DHadj} = k \times LHRT \times P_{act}/P_{ass} \text{ (kend/jam)}$$

.4 Gunakan nilai Q_{DHadj} yang dihitung dan bukan Q_{DH} pada waktu menggunakan Tabel 4.2:1.

Formulir tidak diperlukan untuk melakukan evaluasi di atas. Walaupun demikian, jika kondisi lapangan berbeda secara berarti dengan anggapan yang diberikan pada Bagian 4.1 di atas, maka nilai yang tepat harus digunakan dan sebagai gantinya analisa operasional/perencanaan dilakukan sebagaimana dijelaskan pada Bagian 3. Hal ini pertama memerlukan pengubahan LHRT menjadi jam puncak, dengan menggunakan faktor LHRT (nilai normalnya: k = 0,09). Contoh soal dimana analisa operasional diperlukan adalah:

- jika lalu-lintas diperkirakan sangat berbeda dengan anggapan, misalnya dalam nilai-k, komposisi lalu-lintas dan pemisahan arahnya, Formulir UR-2 kemudian harus digunakan untuk menghitung arus jam rencana, dan Formulir UR-3 digunakan untuk perhitungan berbagai ukuran kinerja;

- jika lebar jalur lalu-lintas untuk segmen yang dianalisa sangat berbeda dengan anggapan kondisi dasar;

- jika hambatan samping berbeda lebih dari satu kelas dengan anggapan yang dibuat.

5. CONTOH PERHITUNGAN

5.1 CONTOH 1: ANALISA OPERASIONAL JALAN DUA-LAJUR DUA-ARAH

Geometri : Lebar jalur lalu-lintas efektif 6,0 m
Lebar bahu efektif pada kedua sisi 1,0 m (rata dengan jalan)

Lalu-lintas : Pemisahan arah 70-30

Lingkungan : Ukuran kota 700.000 penduduk
Banyak angkutan kota
Banyak pejalan kaki
Beberapa kendaraan menggunakan akses sisi jalan.

Pertanyaan :
1. Berapa kapasitas segmen jalan (smp/jam) ?
2. Berapa arus maksimum lalu-lintas (smp/jam) yang dapat dilalui pada kecepatan 30 km/jam ?

Penyelesaian : Dengan menggunakan Formulir UR-1, UR-2 & UR-3, jawabannya adalah:
1. Kapasitas segmen 1.795 smp/jam
2. Arus maksimum pada kecepatan 30 km/jam adalah 553 smp/jam.

3860\chap5\example\UR1-X1.WQ!
11/09/95/KLB/Rev. 17/09/96:EN

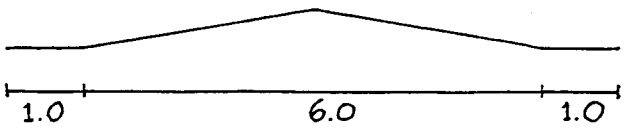
Formulir UR - 1

JALAN PERKOTAAN FORMULIR UR-1: DATA MASUKAN **- DATA UMUM** **- GEOMETRIK JALAN**	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
	Propinsi:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Kota:		Ukuran kota:	*0,7 juta*
	No.ruas/Nama jalan:			
	Segmen antara ..... dan			
	Kode segmen:		Tipe daerah:	
	Panjang (km):		Tipe jalan:	*2/2 UD*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Rencana situasi

Penampang melintang

Sisi A Sisi B



	Sisi A	Sisi B	Total	Rata-rata
Lebar jalur lalu-lintas rata-rata	*3.0*	*3.0*	*6.0*	*3.0*
Kereb (K) atau Bahu (B)	*B*	*B*		
Jarak kereb - penghalang (m)				
Lebar efektif bahu (dalam + luar) (m)	*1.0*	*1.0*	*2.0*	*1.0*

Bukaan median (tidak ada, sedikit, banyak)	

Kondisi pengaturan lalu-lintas

Batas kecepatan (km/jam)	
Pembatasan akses untuk tipe kendaraan tertentu	
Pembatasan parkir (periode waktu)	
Pembatasan berhenti (periode waktu)	
Lain-lain	

3660/CHAP5/EXAMPLE/UR2-X1.WQ1
11 September 1995/KLB, Rev.23/04/1996/EN/SH

Formulir UR-2

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-2: DATA MASUKAN	No.ruas/Nama jalan:			
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
- HAMBATAN SAMPING	Periode waktu:		Nomor soal:	

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend./hari)			Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %		HV %		MC %	

Data arus kendaraan/jam

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Kend. berat		Sepeda motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	HV:		MC:				
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	HV:		MC:				
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	Arah % (8)	kend/jam (9)	smp/jam (10)
3	1							*70*		
4	2							*30*		
5	1+2									
6						Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1-2})$			*70 %*	
7						Faktor-smp F_{SMP} =				

Kelas hambatan samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,5	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0,7	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas hambatan samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 100	Permukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
100 - 299	Permukiman, beberapa angkutan umum, dll.	Rendah	L
300 - 499	Daerah industri dengan toko-toko di sisi jalan	Sedang	M
500 - 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	H
> 900	Daerah niaga dgn aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi	VH

3560/CHAPS/EXAMPLE/UR3-X1.WQI
11/9 9S/KLB/EN Rev. 13/11/96

Formulir UR - 3

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-3: ANALISA	No. ruas/Nama jalan:			
KECEPATAN, KAPASITAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan $FV = (FV_0 + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_0 Tabel B-1:1 (km/jam)	Faktor penyesuaian untuk lebar jalur FV_W Tabel B-2:1 (km/jam)	$FV_0 + FV_W$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian		Kecepatan arus bebas FV (4) x (5) x (6) (km/jam)
				Hambatan samping FFV_{SF} Tabel B-3:1 atau 2	Ukuran kota FFV_{CS} Tabel B-4:1	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	44	*-3*	*41*	*0,86*	*0,95*	*33,5*

Kapasitas $C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_0 Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas				Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)x(15)
		Lebar jalur FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-3:1	Hambatan samping FC_{SF} Tabel C-4:1 atau 2	Ukuran kota FC_{CS} Tabel C-5:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	2900	*0,87*	*0,88*	*0,86*	*0,94*	*1795*

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu lintas Q Formulir UR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan V_{LV} Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
	553	*0,31*	*30,0*		

5.2 CONTOH 2: ANALISA OPERASIONAL JALAN DUA-LAJUR DUA-ARAH

Geometri :
Lebar jalur lalu-lintas efektif 6,0 m
Lebar bahu efektif pada kedua sisi 1,0 m (rata dengan jalan)

Lalu-lintas :
Pemisahan arah 70-30
Arus jam puncak diperkirakan :
Q_{LV} 610
Q_{HV} 80
Q_{MC} 1.200

Lingkungan :
Ukuran kota 700.000 penduduk
Banyak angkutan kota
Banyak pejalan kaki
Beberapa kendaraan menggunakan akses sisi jalan.

Pertanyaan :
1. Berapa kecepatan jam puncak jalan tersebut akan beroperasi ?
2. Berapa derajat kejenuhan ?

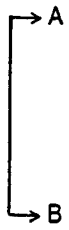
Penyelesaian :
Dengan menggunakan Formulir UR-1, UR-2 & UR-3, jawabannya adalah:
1. Kecepatan jam puncak 26,4 km/jam
2. Derajat kejenuhan 0,63.

386Qchap5\example\UR1-X1.WQ!
11/09/95/KLB/Rev. 17/09/96/EN

Formulir UR - 1

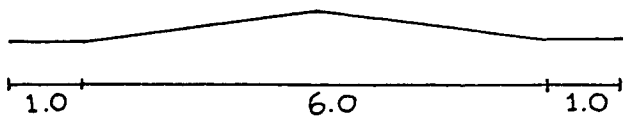
JALAN PERKOTAAN FORMULIR UR-1: DATA MASUKAN - DATA UMUM - GEOMETRIK JALAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
	Propinsi:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Kota:		Ukuran kota:	*0,7 juta*
	No.ruas/Nama jalan:			
	Segmen antara ..... dan			
	Kode segmen:		Tipe daerah:	
	Panjang (km):		Tipe jalan:	*2/2 UD*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Rencana situasi



Penampang melintang

Sisi A Sisi B



	Sisi A	Sisi B	Total	Rata-rata
Lebar jalur lalu-lintas rata-rata	*3.0*	*3.0*	*6.0*	*3.0*
Kereb (K) atau Bahu (B)	*B*	*B*		
Jarak kereb - penghalang (m)				
Lebar efektif bahu (dalam + luar) (m)	*1.0*	*1.0*	*2.0*	*1.0*

Bukaan median (tidak ada, sedikit, banyak)	

Kondisi pengaturan lalu-lintas

Batas kecepatan (km/jam)	
Pembatasan akses untuk tipe kendaraan tertentu	
Pembatasan parkir (periode waktu)	
Pembatasan berhenti (periode waktu)	
Lain-lain	

3660 CHAPS EXAMPLE/UR2-X2.WQ1
11 September 1995/KLB, Rev.23/04/1996/EN/BH

Formulir UR-

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-2: DATA MASUKAN	No.ruas/Nama jalan:			
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
- HAMBATAN SAMPING	Periode waktu:		Nomor soal:	

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend./hari)			Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %		HV %		MC %	

Data arus kendaraan/jam

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Kend. berat		Sepeda motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	HV:	*1,20*	MC:	*0,35*			
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	HV:	*1,20*	MC:	*0,35*			
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	Arah % (8)	kend/jam (9)	smp/jam (10)
3	1							*70*		
4	2							*30*		
5	1+2	*610*	*610*	*80*	*96*	*1200*	*420*		*1890*	*1126*
6						Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1-2})$			*70 %*	
7						Faktor-smp F_{SMP} =				*0,60*

Kelas hambatan samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,5	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0,7	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas hambatan samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 100	Permukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
100 - 299	Permukiman, beberapa angkutan umum, dll.	Rendah	L
300 - 499	Daerah industri dengan toko-toko di sisi jalan	Sedang	M
500 - 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	Ⓗ
> 900	Daerah niaga dgn aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi	VH

3860/CHAPS/EXAMPLE/UR3-X2.WQ1
11/9 95/KLB/EN Rev. 13/11/96

Formulir UR - 3

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-3: ANALISA	No. ruas/Nama jalan:			
KECEPATAN, KAPASITAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan $FV = (FV_o + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_o Tabel B-1:1 (km/jam)	Faktor penyesuaian untuk lebar jalur FV_w Tabel B-2:1 (km/jam)	$FV_o + FV_w$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian		Kecepatan arus bebas FV (4) x (5) x (6) (km/jam)
				Hambatan samping FFV_{SF} Tabel B-3:1 atau 2	Ukuran kota FFV_{CS} Tabel B-4:1	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	44	*-3*	*41*	*0,86*	*0,95*	*33,5*

Kapasitas $C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_o Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas				Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)x(15)
		Lebar jalur FC_w Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-3:1	Hambatan samping FC_{SF} Tabel C-4:1 atau 2	Ukuran kota FC_{CS} Tabel C-5:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	2900	*0,87*	*0,88*	*0,86*	*0,94*	*1795*

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu lintas Q Formulir UR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan V_{LV} Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
	1126	*0,63*	*26,4*		

5.3 CONTOH 3: ANALISA OPERASIONAL JALAN DUA-LAJUR DUA-ARAH

Geometri : Lebar jalur lalu-lintas 6,0 m
Lebar bahu efektif pada kedua sisi 1,0 m (rata dengan jalan)

Lalu-lintas : Pemisahan arah 70-30
Jalan ini sama dengan Contoh-2, tetapi pertokoan baru yang besar dan pengembangan perkantoran sedang dibangun didekatnya. Jika pembangunan selesai arus jam puncak diperkirakan menjadi :

Q_{LV} 1.000
Q_{HV} 100
Q_{MC} 1.500

Lingkungan : Ukuran kota 700.000 penduduk
Banyak angkutan kota
Banyak pejalan kaki
Beberapa kendaraan menggunakan akses sisi jalan.

Pertanyaan :

1. Berapa kecepatan jam puncak jalan tersebut akan beroperasi ?
2. Berapa derajat kejenuhan ?
3. Tindakan apakah yang akan anda lakukan ?

Penyelesaian : Dengan menggunakan Formulir UR-1, UR-2 & UR-3, jawabannya adalah:

1. Kecepatan jam puncak 21,9 km/jam
2. Derajat kejenuhan 0,92
3. Jika bahu diperlebar menjadi 2,0 m :
   - Kecepatan jam puncak 26,6 km/jam
   - Derajat kejenuhan 0,83

   Jika lebar jalur diperlebar menjadi 7,0 m :
   - Kecepatan jam puncak 26,2 km/jam
   - Derajat kejenuhan 0,80

   Jika hambatan samping dipindahkan :
   - Arus jam puncak 27,3 km/jam
   - Derajat kejenuhan 0,84

   Jika lalu-lintas menjadi satu-arah :
   - Kecepatan jam puncak 43,0 km/jam
   - Derajat kejenuhan 0,55.

3860\chap5\example\UR1-X1.WQ!
11/09/95/KLB/Rev. 17/09/96/EN

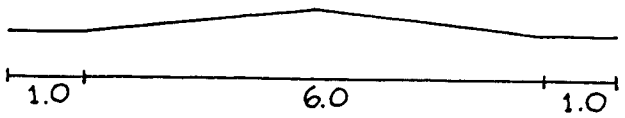
Formulir UR - 1

JALAN PERKOTAAN FORMULIR UR-1: DATA MASUKAN **- DATA UMUM** **- GEOMETRIK JALAN**	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
	Propinsi:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Kota:		Ukuran kota:	*0,7 juta*
	No.ruas/Nama jalan:			
	Segmen antara ..... dan			
	Kode segmen:		Tipe daerah:	
	Panjang (km):		Tipe jalan:	*2/2 UD*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Rencana situasi

Penampang melintang

Sisi A Sisi B



	Sisi A	Sisi B	Total	Rata-rata
Lebar jalur lalu-lintas rata-rata	*3.0*	*3.0*	*6.0*	*3.0*
Kereb (K) atau Bahu (B)	*B*	*B*		
Jarak kereb - penghalang (m)				
Lebar efektif bahu (dalam + luar) (m)	*1.0*	*1.0*	*2.0*	*1.0*

Bukaan median (tidak ada, sedikit, banyak)	

Kondisi pengaturan lalu-lintas

Batas kecepatan (km/jam)	
Pembatasan akses untuk tipe kendaraan tertentu	
Pembatasan parkir (periode waktu)	
Pembatasan berhenti (periode waktu)	
Lain-lain	

3860/CHAP 6/EXAMPLE/UR2-X3.WQ1
11 September 1995/KLB, Rev.23/04/1996/EN/BH

Formulir UR-2

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-2: DATA MASUKAN	No.ruas/Nama jalan:			
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
- HAMBATAN SAMPING	Periode waktu:		Nomor soal:	

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend./hari)			Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %		HV %		MC %	

Data arus kendaraan/jam

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Kend. berat		Sepeda motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	HV:	*1,20*	MC:	*0,35*			
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	HV:	*1,20*	MC:	*0,35*			
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	Arah % (8)	kend/jam (9)	smp/jam (10)
3	1							*70*		
4	2							*30*		
5	1+2	*1000*	*1000*	*100*	*120*	*1500*	*525*		*2600*	*1645*
6						Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			*70 %*	
7						Faktor-smp F_{SMP} =				*0,63*

Kelas hambatan samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,5	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0,7	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas hambatan samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 100	Permukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
100 - 299	Permukiman, beberapa angkutan umum, dll.	Rendah	L
300 - 499	Daerah industri dengan toko-toko di sisi jalan	Sedang	M
500 - 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	H
> 900	Daerah niaga dgn aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi	VH

3860/CHAPS/EXAMPLE/UR2-X3A.WQI
11 September 1995/KLB, Rev.23/04/1996/EN/BH

Formulir UR-2

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-2: DATA MASUKAN	No.ruas/Nama jalan:			
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
- HAMBATAN SAMPING	Periode waktu:		Nomor soal:	

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend./hari)				Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %		HV %		MC %		

Data arus kendaraan/jam

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Kend. berat		Sepeda motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	HV:	*1,20*	MC:	*0,25*			
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	HV:	*1,20*	MC:	*0,25*			
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	Arah % (8)	kend/jam (9)	smp/jam (10)
3	1									
4	2									
5	1+2	*1000*	*1000*	*100*	*120*	*1500*	*375*		*2600*	*1495*
6						Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			%	
7						Faktor-smp F_{SMP} =				*0,575*

Kelas hambatan samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,5	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0,7	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas hambatan samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 100	Permukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
100 - 299	Permukiman, beberapa angkutan umum, dll.	Rendah	L
300 - 499	Daerah industri dengan toko-toko di sisi jalan	Sedang	M
500 - 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	(H)
> 900	Daerah niaga dgn aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi	VH

3664\CHAPS\EXAMPLES\UR3-X3.WQ1
11/9 95/KLB/EN Rev. 13/11/96

Formulir UR - 3

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-3: ANALISA	No. ruas/Nama jalan:			
KECEPATAN, KAPASITAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan $FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_0 Tabel B-1:1 (km/jam)	Faktor penyesuaian untuk lebar jalur FV_W Tabel B-2:1 (km/jam)	$FV_0 + FV_W$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian		Kecepatan arus bebas FV (4) x (5) x (6) (km/jam)
				Hambatan samping FFV_{SF} Tabel B-3:1 atau 2	Ukuran kota FFV_{CS} Tabel B-4:1	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	*44*	*-3*	*41*	*0,86*	*0,95*	*33,5*
2	*44*	*-3*	*41*	*0,95*	*0,95*	*37,0*
3	*44*	*0*	*44*	*0,86*	*0,95*	*35,9*

Kapasitas $C = C_O \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_O Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas				Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)x(15)
		Lebar jalur FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-3:1	Hambatan samping FC_{SF} Tabel C-4:1 atau 2	Ukuran kota FC_{CS} Tabel C-5:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1	*2900*	*0,87*	*0,88*	*0,86*	*0,94*	*1795*
2	*2900*	*0,87*	*0,88*	*0,95*	*0,94*	*1983*
3	*2900*	*1,00*	*0,88*	*0,86*	*0,94*	*2063*

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu lintas Q Formulir UR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan V_{LV} Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
1	*1645*	*0,92*	*21,9*		
2	*1645*	*0,83*	*26,6*		
3	*1645*	*0,80*	*26,2*		

3860/CHAPS/EXAMPLE/UR3-X3A.WQ!
11/9 95/KLB/EN Rev. 13/11/96

Formulir UR - 3

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-3: ANALISA	No. ruas/Nama jalan:			
KECEPATAN, KAPASITAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_0 Tabel B-1:1 (km/jam)	Faktor penyesuaian untuk lebar jalur FV_W Tabel B-2:1 (km/jam)	$FV_0 + FV_W$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian		Kecepatan arus bebas FV (4) x (5) x (6) (km/jam)
				Hambatan samping FFV_{SF} Tabel B-3:1 atau 2	Ukuran kota FFV_{CS} Tabel B-4:1	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
4	*44*	*-3*	*41*	*0,98*	*0,95*	*38,2*
5	*57*	*-4*	*53*	*0,95*	*0,95*	*47,8*

Kapasitas

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_0 Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas				Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)x(15)
		Lebar jalur FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-3:1	Hambatan samping FC_{SF} Tabel C-4:1 atau 2	Ukuran kota FC_{CS} Tabel C-5:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
4	*2900*	*0,87*	*0,88*	*0,94*	*0,94*	*1962*
5	*3300*	*0,92*	*1,00*	*0,95*	*0,94*	*2711*

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu lintas Q Formulir UR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan V_{LV} Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
4	*1645*	*0,84*	*27,3*		
5	*1495*	*0,55*	*43,0*		

5.4 CONTOH 4 : ANALISA OPERASIONAL JALAN EMPAT-LAJUR DUA-ARAH

Geometri :

Lebar jalur lalu-lintas efektif 12,5 m
Lebar bahu efektif pada kedua sisi 2,0 m (rata dengan jalan)
Lebar median efektif 0,5 m

Lalu-lintas :

Arus jam puncak adalah :

Q_{LV} 3.000; termasuk 400 angkutan kota, kebanyakan berhenti pada segmen jalan (Asumsi nilai emp angkutan kota = 1,0)

Q_{HV} 300

Q_{MC} 1.300

Lingkungan :

Ukuran kota 900.000 penduduk
Banyak angkutan kota
Beberapa pejalan kaki
Beberapa kendaraan menggunakan akses sisi jalan.
Warung-warung penjual buah-buahan terdapat sepanjang kedua sisi jalan, sampai ke tepi jalur lalu-lintas.

Pertanyaan :

1. Berapa kecepatan dan derajat kejenuhan jalan tersebut beroperasi ?
2.(a). Jika : - Warung-warung dipindahkan
- Angkutan kota dipindahkan ke rute lain yang sejajar di dekatnya
- Jalur lalu-lintas diperlebar menjadi 14,0 m

Berapa kecepatan dan derajat kejenuhan untuk masing-masing tindakan tersebut di atas ?

(b). Berapa kecepatan dan derajat kejenuhan jika semua tindakan di atas dilakukan bersamaan ?

Penyelesaian :

Dengan menggunakan Formulir UR-1, UR-2 & UR-3, jawabannya adalah:
1. Kecepatan jam puncak 41,0 km/jam dan derajat kejenuhan 0,69
2.(a). Jika warung-warung dipindahkan :
- Kecepatan jam puncak 45,7 km/jam
- Derajat kejenuhan 0,63

Jika angkutan kota dipindahkan ke rute lain yang sejajar didekatnya :
- Kecepatan jam puncak 42,4 km/jam
- Derajat kejenuhan 0,61

Jika jalur lalu-lintas diperlebar menjadi 14,0 m :
- Kecepatan jam puncak 44,1 km/jam
- Derajat kejenuhan 0,65

(b). Jika warung-warung dipindahkan, angkutan kota dipindahkan, dan lebar jalur lalu-lintas diperlebar menjadi 14,0 m :
- Kecepatan jam puncak 50,0 km/jam
- Derajat kejenuhan 0,53.

3860\chap\exampleUR1-X1.WQ!
11/09/95/KLB/Rev. 17/09/96/EN

Formulir UR - 1

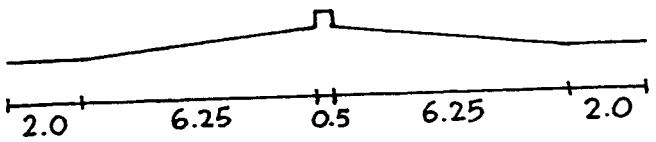
JALAN PERKOTAAN FORMULIR UR-1: DATA MASUKAN - **DATA UMUM** - **GEOMETRIK JALAN**	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
	Propinsi:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Kota:		Ukuran kota:	*0,9 juta*
	No.ruas/Nama jalan:			
	Segmen antara.....dan.....			
	Kode segmen:		Tipe daerah:	
	Panjang(km):		Tipe jalan:	*4/2 UD*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Rencana situasi

Penampang melintang

Sisi A

Sisi B



	Sisi A	Sisi B	Total	Rata-rata
Lebar jalur lalu-lintas rata-rata	*6.25*	*6.25*	*12.5*	*6.25*
Kereb (K) atau Bahu (B)	*B*	*B*		
Jarak kereb - penghalang (m)				
Lebar efektif bahu (dalam + luar) (m)	*0*	*0*	*0*	*0*

Bukaan median (tidak ada, sedikit, banyak)	

Kondisi pengaturan lalu-lintas

Batas kecepatan (km/jam)	
Pembatasan akses untuk tipe kendaraan tertentu	
Pembatasan parkir (periode waktu)	
Pembatasan berhenti (periode waktu)	
Lain-lain	

3860\chap\exampleUR1-X1.WQ!
11/09)95/KLB/Rev. 17/09/96/EN

Formulir UR – 2

JALAN PERKOTAAN FORMULIR UR-2: DATA MASUKAN - **ARUS LALU LINTAS** - **HAMBATAN SAMPING**	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
	No.ruas/Nama jalan:			
	Kode segmen:		Diperiksa oleh :	*EN*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend./hari)		Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %		HV %	MC %	

Data arus kendaraan/jam

Baris	Tipe kend.	Kend. rincan		Kend, berat		Sepeda motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	HV:	1,20	MC:	0,25			
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	HV:	1,20	MC:	0,25			
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	Arah % (8)	kend/jam (9)	smp/jam (10)
3	1							*50*	*2300*	*1843*
4	2							*50*	*2300*	*1843*
5	1+ 2	*3000*	*3000*	*300*	*360*	*1300*	*325*		*4600*	*3685*
6						Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			*50%*	
7						Faktor-smp F_{SMP} =				*0,80*

Kelas hambatan samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,5	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0,7	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas hambatan samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 100	Permukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
100 - 299	Permukiman, beberapa angkutan umum, dll.	Rendah	L
300 - 499	Daerah industri dengan toko-toko di sisi jalan	Sedang	M
500 - 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	H
> 900	Daerah niaga dan aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi	VH

3860chap5\example\UR1-X4.WQ!
11/09/95/KLB/Rev. 17/09/96/EN

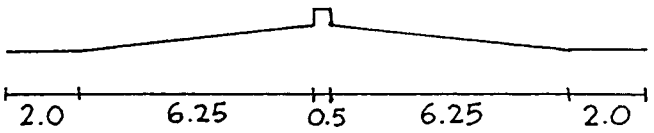
Formulir UR - 1

JALAN PERKOTAAN FORMULIR UR-1: DATA MASUKAN - DATA UMUM - GEOMETRIK JALAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
	Propinsi:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Kota:		Ukuran kota:	*0,9 juta*
	No.ruas/Nama jalan:			
	Segmen antara ..... dan			
	Kode segmen:		Tipe daerah:	
	Panjang (km):		Tipe jalan:	*4/2 D*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Rencana situasi

Penampang melintang

Sisi A Sisi B



	Sisi A	Sisi B	Total	Rata-rata
Lebar jalur lalu-lintas rata-rata	*6.25*	*6.25*	*12.5*	*6.25*
Kereb (K) atau Bahu (B)	*B*	*B*		
Jarak kereb - penghalang (m)				
Lebar efektif bahu (dalam + luar) (m)	*0*	*0*	*0*	*0*

Bukaan median (tidak ada, sedikit, banyak)	

Kondisi pengaturan lalu-lintas

Batas kecepatan (km/jam)	
Pembatasan akses untuk tipe kendaraan tertentu	
Pembatasan parkir (periode waktu)	
Pembatasan berhenti (periode waktu)	
Lain-lain	

Formulir UR-2

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-2: DATA MASUKAN	No.ruas/Nama jalan:			
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
- HAMBATAN SAMPING	Periode waktu:		Nomor soal:	

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend./hari)			Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %		HV %		MC %	

Data arus kendaraan/jam

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Kend. berat		Sepeda motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	HV:	*1.20*	MC:	*0,25*			
1.2	emp arah 2	LV:	1,00	HV:	*1.20*	MC:	*0,25*			
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	Arah % (8)	kend/jam (9)	smp/jam (10)
3	1							*50*	*2300*	*1843*
4	2							*50*	*2300*	*1843*
5	1+2	*3000*	*3000*	*300*	*360*	*1300*	*325*		*4600*	*3685*
6						Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1-2})$			*50 %*	
7						Faktor-smp F_{SMP} =				*0,80*

Kelas hambatan samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,5	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0,7	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas hambatan samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 100	Permukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
100 - 299	Permukiman, beberapa angkutan umum, dll.	Rendah	L
300 - 499	Daerah industri dengan toko-toko di sisi jalan	Sedang	(M)
500 - 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	H
> 900	Daerah niaga dgn aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi	VH

Formulir UR-2

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-2: DATA MASUKAN	No.ruas/Nama jalan:			
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
- HAMBATAN SAMPING	Periode waktu:		Nomor soal:	

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend./hari)			Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %		HV %		MC %	

Data arus kendaraan/jam

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Kend. berat		Sepeda motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	HV:	*1,20*	MC:	*0,25*			
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	HV:	*1,20*	MC:	*0,25*			
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	Arah % (8)	kend/jam (9)	smp/jam (10)
3	1							*50*	*2100*	*1643*
4	2							*50*	*2100*	*1643*
5	1+2	*2600*	*2600*	*300*	*360*	*1300*	*325*		*4200*	*3285*
6						Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			*50 %*	
7						Faktor-smp F_{SMP} =				*0,78*

Kelas hambatan samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,5	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0,7	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas hambatan samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 100	Permukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
100 - 299	Permukiman, beberapa angkutan umum, dll.	Rendah	L
300 - 499	Daerah industri dengan toko-toko di sisi jalan	Sedang	(M)
500 - 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	H
> 900	Daerah niaga dgn aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi	VH

Formulir UR - 3

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-3: ANALISA	No. ruas/Nama jalan:			
KECEPATAN, KAPASITAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan $FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_0 Tabel B-1:1 (km/jam)	Faktor penyesuaian untuk lebar jalur FV_W Tabel B-2:1 (km/jam)	$FV_0 + FV_W$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian		Kecepatan arus bebas FV (4) x (5) x (6) (km/jam)
				Hambatan samping FFV_{SF} Tabel B-3:1 atau 2	Ukuran kota FFV_{CS} Tabel B-4:1	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	*57*	*-3*	*54*	*0,94*	*0,95*	*48,2*
2	*57*	*-3*	*54*	*1,02*	*0,95*	*52,3*
3	*57*	*-3*	*54*	*0,94*	*0,95*	*48,2*

Kapasitas $C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_0 Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas				Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)x(15)
		Lebar jalur FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-3:1	Hambatan samping FC_{SF} Tabel C-4:1 atau 2	Ukuran kota FC_{CS} Tabel C-5:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1	*3300*	*0,94*	*1,0*	*0,92*	*0,94*	*2683*
2	*3300*	*0,94*	*1,0*	*1,00*	*0,94*	*2916*
3	*3300*	*0,94*	*1,0*	*0,92*	*0,94*	*2683*

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu lintas Q Formulir UR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan V_{LV} Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
1	*1843*	*0,69*	*41,0*		
2	*1843*	*0,63*	*45,7*		
3	*1643*	*0,61*	*42,4*		

3860/CHAP5/EXAMPLE/UR3-X4A.WQ!
11/9 95/KLB/EN Rev. 13/11/96

Formulir UR - 3

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-3: ANALISA	No. ruas/Nama jalan:			
KECEPATAN, KAPASITAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan $FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_O Tabel B-1:1 (km/jam)	Faktor penyesuaian untuk lebar jalur FV_W Tabel B-2:1 (km/jam)	$FV_O + FV_W$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian		Kecepatan arus bebas FV (4) x (5) x (6) (km/jam)
				Hambatan samping FFV_{SF} Tabel B-3:1 atau 2	Ukuran kota FFV_{CS} Tabel B-4:1	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
4	*57*	*0*	*57*	*0,94*	*0,95*	*50,9*
5	*57*	*0*	*57*	*1,02*	*0,95*	*55,2*

Kapasitas $C = C_O \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_O Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas				Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)x(15)
		Lebar jalur FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-3:1	Hambatan samping FC_{SF} Tabel C-4:1 atau 2	Ukuran kota FC_{CS} Tabel C-5:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
4	*3300*	*1,00*	*1,00*	*0,92*	*0,94*	*2854*
5	*3300*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*0,94*	*3102*

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu lintas Q Formulir UR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan V_{LV} Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
4	*1843*	*0,65*	*44,1*		
5	*1643*	*0,53*	*50,0*		

5.5 CONTOH 5 : ANALISA JALAN EMPAT-LAJUR DUA-ARAH, UNTUK DIGUNAKAN PADA ANALISA JARINGAN

Geometri :

Lebar jalur lalu-lintas efektif 14,0 m
Jarak kereb-penghalang efektif pada kedua sisi 2,0 m
Tidak ada median
Panjang segmen 2 km

Lalu-lintas :

Pemisahan arah 70-30
Arus jam puncak diperkirakan menjadi 3.000 smp/jam

Lingkungan :

Ukuran kota 300.000 penduduk
Sedikit angkutan kota
Sedikit pejalan kaki
Sedikit kendaraan menggunakan akses sisi jalan.

Pertanyaan :

Berapa waktu tempuh rata-rata sepanjang segmen jalan ?
(a). dalam detik
(b). dalam detik/km

Penyelesaian :

Dengan menggunakan Formulir UR-1, UR-2 & UR-3, waktu tempuh rata-rata adalah 165,6 detik atau 82,8 detik/km.

3860\chap5\example\UR1-X5.WQ!
11/09/95/KLB/Rev. 17/09/96/EN

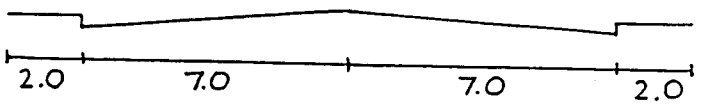
Formulir UR - 1

JALAN PERKOTAAN FORMULIR UR-1: DATA MASUKAN **- DATA UMUM** **- GEOMETRIK JALAN**	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
	Propinsi:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Kota:		Ukuran kota:	*0,3 juta*
	No.ruas/Nama jalan:			
	Segmen antara ..... dan			
	Kode segmen:		Tipe daerah:	
	Panjang (km):		Tipe jalan:	*4/2 UD*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Rencana situasi

Penampang melintang

Sisi A Sisi B



	Sisi A	Sisi B	Total	Rata-rata
Lebar jalur lalu-lintas rata-rata	*7.0*	*7.0*	*14.0*	*7.0*
Kereb (K) atau Bahu (B)	*K*	*K*		
Jarak kereb - penghalang (m)	*2.0*	*2.0*	*4.0*	*2.0*
Lebar efektif bahu (dalam + luar) (m)				

Bukaan median (tidak ada, sedikit, banyak)	

Kondisi pengaturan lalu-lintas

Batas kecepatan (km/jam)	
Pembatasan akses untuk tipe kendaraan tertentu	
Pembatasan parkir (periode waktu)	
Pembatasan berhenti (periode waktu)	
Lain-lain	

3666/CHAPS/EXAMPLE/UR2-X5.WQ!
11 September 1995/KLB, Rev.23/04/1996/EN/BH

Formulir UR-

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-2: DATA MASUKAN	No.ruas/Nama jalan:			
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
- HAMBATAN SAMPING	Periode waktu:		Nomor soal:	

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend./hari)			Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %		HV %		MC %	

Data arus kendaraan/jam

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Kend. berat		Sepeda motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	HV:		MC:				
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	HV:		MC:				
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	Arah % (8)	kend/jam (9)	smp/jam (10)
3	1							*70*		
4	2							*30*		
5	1+2									*3000*
6						Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			*70 %*	
7						Faktor-smp F_{SMP} = :				

Kelas hambatan samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,5	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0,7	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas hambatan samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 100	Permukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
100 - 299	Permukiman, beberapa angkutan umum, dll.	Rendah	L
300 - 499	Daerah industri dengan toko-toko di sisi jalan	Sedang	M
500 - 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	H
> 900	Daerah niaga dgn aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi	VH

3860/CHAPS/EXAMPLE/UR3-X5.WQI
11/9 95/KLB/EN Rev. 13/11/96

Formulir UR - 3

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-3: ANALISA	No. ruas/Nama jalan:			
KECEPATAN, KAPASITAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan $FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_0 Tabel B-1:1 (km/jam)	Faktor penyesuaian untuk lebar jalur FV_W Tabel B-2:1 (km/jam)	$FV_0 + FV_W$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian		Kecepatan arus bebas FV (4) x (5) x (6) (km/jam)
				Hambatan samping FFV_{SF} Tabel B-3:1 atau 2	Ukuran kota FFV_{CS} Tabel B-4:1	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	53	*0*	*53*	*1,00*	*0,93*	*49,3*

Kapasitas $C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_0 Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas				Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)x(15)
		Lebar jalur FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-3:1	Hambatan samping FC_{SF} Tabel C-4:1 atau 2	Ukuran kota FC_{CS} Tabel C-5:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	6000	*1,00*	*0,94*	*1,00*	*0,90*	*5076*

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu lintas Q Formulir UR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan V_{LV} Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
	3000	*0,59*	*43,7*	*2*	*0,046*

5.6 CONTOH 6 : PERENCANAAN JALAN BARU

Geometri : Rencana standar :
- lebar lajur 3,5 m
- Lebar bahu 2,0 m pada kedua sisi kereb atau bahu (pilihan anda)
- Dengan median atau tanpa median (pilihan anda)

Lalu-lintas : Perkiraan arus jam puncak untuk tahun 10 adalah 2.500 kend/jam
Derajat kejenuhan 0,6 atau kurang diperlukan untuk tahun 10
Anggapan : Pemisahan arah 50-50
Pertumbuhan lalu-lintas tahunan: 8%

Lingkungan : Ukuran kota 300.000 penduduk
Anggapan : Hambatan samping sedang

Pertanyaan : Berapa lajur standar yang diperlukan ?

Penyelesaian :

Untuk memilih tipe jalan yang ekonomis (bagian 2.5.3b) arus lalu-lintas tahun 1 sebaiknya disesuaikan karena ada perbedaan pertumbuhan lalu-lintas, ukuran kota dan komposisi lalu-lintas

Q_1 = 2500 / $(1 + 0{,}08)^{10}$ = 1158 kend/jam
Q_1^* = 1158 × $(1 + 0{,}08)^{23}/(1 + 0{,}065)^{23}$ = 1597 kend/jam
Q_1^{**} = 1597 × (0,90/1,00) × (0,731/0,811) = 1296 kend/jam

Berdasarkan Tabel 2.5.3:1 tipe jalan untuk arus 1296 kend/jam adalah 4/2D dengan lebar jalur lalu-lintas 14 m.

Untuk memilih tipe jalan berdasarkan perilaku lalu-lintas (Bagian 2.5.3c), arus lalu-lintas tahun 10 harus disesuaikan sebagai berikut:

Q_{10} = 2500 × (0,90/1,00) × (0,6825/0,776) × (0,98/0,95) = 2041 kend/jam

Dengan menggunakan panduan rekayasa, derajat kejenuhan < 0,6 pada arus 2041 kend/jam diperoleh untuk tipe jalan 2/2 UD (W_C = 10 m) atau lebih lebar.

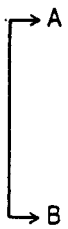
Dengan menggunakan Formulir UR-1, tiga lajur dengan lebar masing-masing 3,5 m dicoba sebagai masukan untuk analisa. Sesudah beberapa perhitungan pada Formulir UR-2 and UR-3 dapat disimpulkan bahwa jalan tiga-lajur dapat melewatkan lalu-lintas pada derajat kejenuhan 0,6 atau kurang, tetapi jalan tiga-lajur mungkin berbahaya, sehingga jalan empat-lajur mungkin lebih baik.

3660\chap5\example\UR1-X6.WQ!
11/09/95/KLB/Rev. 17/09/96/EN

Formulir UR - 1

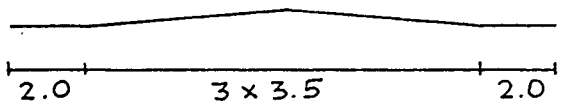
JALAN PERKOTAAN FORMULIR UR-1: DATA MASUKAN - DATA UMUM - GEOMETRIK JALAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
	Propinsi:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Kota:		Ukuran kota:	*0,3 juta*
	No.ruas/Nama jalan:			
	Segmen antara ..... dan			
	Kode segmen:		Tipe daerah:	
	Panjang (km):		Tipe jalan:	*2/2 UD*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Rencana situasi



Penampang melintang

Sisi A Sisi B



	Sisi A	Sisi B	Total	Rata-rata
Lebar jalur lalu-lintas rata-rata	*5.25*	*5.25*	*10.5*	*5.25*
Kereb (K) atau Bahu (B)	*B*	*B*		
Jarak kereb - penghalang (m)				
Lebar efektif bahu (dalam + luar) (m)	*2.0*	*2.0*	*4.0*	*2.0*

Bukaan median (tidak ada, sedikit, banyak)	

Kondisi pengaturan lalu-lintas

Batas kecepatan (km/jam)	
Pembatasan akses untuk tipe kendaraan tertentu	
Pembatasan parkir (periode waktu)	
Pembatasan berhenti (periode waktu)	
Lain-lain	

Formulir UR-2

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-2: DATA MASUKAN	No.ruas/Nama jalan:			
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
- HAMBATAN SAMPING	Periode waktu:		Nomor soal:	

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend./hari)			Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	*50/50*
Komposisi %	LV %	*45*	HV %	*10*	MC %	*45*

Data arus kendaraan/jam

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Kend. berat		Sepeda motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	HV:	*1,20*	MC:	*0,25*			
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	HV:	*1,20*	MC:	*0,25*			
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	Arah % (8)	kend/jam (9)	smp/jam (10)
3	1									
4	2									
5	1+2								*2500*	*1706*
6						Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1-2})$			*50 %*	
7						Faktor-smp F_{SMP} =				*0,6825*

Kelas hambatan samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,5	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0,7	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas hambatan samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 100	Permukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
100 - 299	Permukiman, beberapa angkutan umum, dll.	Rendah	L
300 - 499	Daerah industri dengan toko-toko di sisi jalan	Sedang	(M)
500 - 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	H
> 900	Daerah niaga dgn aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi	VH

3860/CHAPS/EXAMPLE/UR3-X8.WQI
11/9 95/KLB/EN Rev. 13/11/96

Formulir UR - 3

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	*DK*
FORMULIR UR-3: ANALISA	No. ruas/Nama jalan:			
KECEPATAN, KAPASITAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	*EN*
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan

$$FV = (FV_o + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_o Tabel B-1:1 (km/jam)	Faktor penyesuaian untuk lebar jalur FV_w Tabel B-2:1 (km/jam)	$FV_o + FV_w$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian		Kecepatan arus bebas FV (4) x (5) x (6) (km/jam)
				Hambatan samping FFV_{SF} Tabel B-3:1 atau 2	Ukuran kota FFV_{CS} Tabel B-4:1	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

Kapasitas

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_o Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas				Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)x(15)
		Lebar jalur FC_w Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-3:1	Hambatan samping FC_{SF} Tabel C-4:1 atau 2	Ukuran kota FC_{CS} Tabel C-5:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	2900	*1,315*	*1,00*	*0,98*	*0,90*	*3364*

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu lintas Q Formulir UR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan V_{LV} Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
	1706	*0,51*			

5.7 CONTOH 7 : PERANCANGAN

Geometri :

Rencana standar :
- Lebar lajur 3,5 m
- Jarak kereb-penghalang pada kedua sisi 2,0 m
- Tidak ada median

Lalu-lintas :

Perkiraan LHRT adalah 30.000 kendaraan/hari
Derajat kejenuhan 0,6 atau kurang diperlukan untuk tahun rencana
Anggapan: Pemisahan arah 60-40

Lingkungan :

Ukuran kota 1,0-3,0 Juta
Anggapan: Hambatan samping sedang

Pertanyaan :

Apakah jalan empat lajur akan mencukupi ?

Penyelesaian :

Formulir tidak diperlukan, lihat Tabel 4-2:1.
Jalan empat-lajur (4/2 UD, kereb) dan LHRT 30.000 kend/hari memberikan derajat kejenuhan 0,36, sehingga jalan empat-lajur akan mencukupi.

6. KEPUSTAKAAN

UR1. TRB
Highway Capacity Manual.
Transportation Research Board, Special Report 209;
Washington D.C. USA 1985.

UR2. TRB
Highway Capacity Manual.
Transportation Research Board, Special Report 209;
Washington D.C. USA 1994.

UR3. May, A.D.
Traffic Flow Fundamentals.
Prentice-Hall, Inc; 1990.

UR4. Easa, S.M.
May, A.D.
Generalized Procedure for Estimating Single- and Two-Regime Traffic-Flow Models.
Transportation Research Records 772; Washington D.C. USA 1980.

UR5. Hoban, C.J.
Evaluating Traffic Capacity and Improvements to Road Geometry.
World Bank Technical Paper Number 74; Washington D.C. USA 1987.

UR6. OECD
Traffic Capacity of Major Routes.
Road Transport Research; 1983.

UR7. Brannolte,U. (editor)
Highway Capacity and Level of Service.
Proceedings of International Symposium on Highway Capacity, Karlsruhe; Rotterdam Netherlands 1991.

UR8. McShane, W.R.
Roess, R.P.
Traffic Engineering.
Prentice-Hall, Inc; 1990.

UR9. Black, J.A.,
Westerman, H.L.
Blinkhorn, L.
McKittrick, J.
Land Use along Arterial Roads: Friction and Impact.
The University of New South Wales; 1988.

UR10. Hoff & Overgaard,
PT Multi Phi Beta
Road User Cost Model.
Directorate General of Highways; 1992.

UR11. NAASRA
Guide to Traffic Engineering Practice.
National Association of Australian State Road Authorities; 1988.

UR12. Negara, I.N.W.
Speed-Volume Relationship on Congested Roads in Bandung.
Msc. Thesis S2-STJR ITB; 1991.

UR13. Directorate General of Highways
Highway Capacity in Indonesia.
Highway Betterment Services Screening Feasibility Project, Special Report, ENEX of New Zealand, Consortium 346; 1979.

UR14. Nusrihardono, B.B.A.
Speed-Flow Relationship in Bandung Urban Area.
Msc. Thesis S2-STJR ITB; 1984.

UR15. Direktorat Jenderal Bina Marga
Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan.
Departemen Pekerjaan Umum; 1992.

UR16. Bang, K-L.
Bergh, T.
Marler, N.W.
Indonesian Highway Capacity Manual Project, Final Technical Report Phase 1: Urban Traffic Facilities.
Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia. January 1993.

UR17. Bang, K-L,
Lindberg, G.
Schandersson, R.
Indonesian Highway Capacity Manual Project. Final Technical Report Phase 3 Part A: Development of Capacity Analysis Software and Traffic Engineering Guidelines.
Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia. April 1996.

UR18. Marler, N.W.
Harahap, G.
Novara, E.
Speed-flow Relationship and Side Friction on Indonesian Urban Highways. Proceedings of the Second International Symposium on Highway Capacity, Sydney, Australia 1994. Australian Road Research Board in cooperation with Transportation Research Board U.S.A. Committee A3A10.

UR19. Bang, K-L.
Harahap, G.
Lindberg, G.
Development of Life Cycle Cost Based Guidelines Replacing the Level of Service Concept in Capacity Analysis. Paper submitted for presentation at the annual meeting of Transportation Research Board, Washington D.C. January 1997.

Lampiran 5:1

Formulir UR - 1

JALAN PERKOTAAN FORMULIR UR-1: DATA MASUKAN **- DATA UMUM** **- GEOMETRIK JALAN**	Tanggal:		Ditangani oleh:	
	Propinsi:		Diperiksa oleh:	
	Kota:		Ukuran kota:	
	No.ruas/Nama jalan:			
	Segmen antara ..... dan			
	Kode segmen:		Tipe daerah:	
	Panjang (km):		Tipe jalan:	
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Rencana situasi

Penampang melintang

Sisi A

Sisi B

	Sisi A	Sisi B	Total	Rata-rata
Lebar jalur lalu-lintas rata-rata				
Kereb (K) atau Bahu (B)				
Jarak kereb - penghalang (m)				
Lebar efektif bahu (dalam + luar) (m)				

Bukaan median (tidak ada, sedikit, banyak)	

Kondisi pengaturan lalu-lintas

Batas kecepatan (km/jam)	
Pembatasan akses untuk tipe kendaraan tertentu	
Pembatasan parkir (periode waktu)	
Pembatasan berhenti (periode waktu)	
Lain-lain	

3660/chap5/forms/UR_2-ID.WQ1
11 September 1995/KLB, Rev.23/04/1996/EN/BH

Formulir UR-2

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	
FORMULIR UR-2: DATA MASUKAN	No.ruas/Nama jalan:			
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	
- HAMBATAN SAMPING	Periode waktu:		Nomor soal:	

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend./hari)			Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %		HV %		MC %	

Data arus kendaraan/jam

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Kend. berat		Sepeda motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	HV:		MC:				
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	HV:		MC:				
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	Arah % (8)	kend/jam (9)	smp/jam (10)
3	1									
4	2									
5	1+2									
6						Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			%	
7						Faktor-smp F_{SMP} =				

Kelas hambatan samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,5	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0,7	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas hambatan samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 100	Permukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
100 - 299	Permukiman, beberapa angkutan umum, dll.	Rendah	L
300 - 499	Daerah industri dengan toko-toko di sisi jalan	Sedang	M
500 - 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	H
> 900	Daerah niaga dgn aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi	VH

Formulir UR - 3

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	
FORMULIR UR-3: ANALISA	No. ruas/Nama jalan:			
KECEPATAN, KAPASITAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan $FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_O Tabel B-1:1 (km/jam)	Faktor penyesuaian untuk lebar jalur FV_W Tabel B-2:1 (km/jam)	$FV_O + FV_W$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian		Kecepatan arus bebas FV (4) x (5) x (6) (km/jam)
				Hambatan samping FFV_{SF} Tabel B-3:1 atau 2	Ukuran kota FFV_{CS} Tabel B-4:1	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

Kapasitas $C = C_O \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_O Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas				Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)x(15)
		Lebar jalur FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-3:1	Hambatan samping FC_{SF} Tabel C-4:1 atau 2	Ukuran kota FC_{CS} Tabel C-5:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu lintas Q Formulir UR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan V_{LV} Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)

3860\CHAP6\CH6-JT.WPD\20 November 1996

BAB 6

JALAN LUAR KOTA

DAFTAR ISI

1. PENDAHULUAN ..... 6 - 3

1.1 LINGKUP DAN TUJUAN ..... 6 - 3
1.2 KARAKTERISTIK JALAN ..... 6 - 5
1.3 DEFINISI DAN ISTILAH ..... 6 - 7
1.4 PEMERIKSAAN SETEMPAT ..... 6 - 12

2. METODOLOGI ..... 6 - 15

2.1 PENDEKATAN UMUM ..... 6 - 15
2.2 VARIABEL ..... 6 - 16
2.3 HUBUNGAN DASAR ..... 6 - 19
2.4 KARAKTERISTIK GEOMETRIK ..... 6 - 23
2.5 PANDUAN REKAYASA LALU-LINTAS ..... 6 - 25
2.6 RINGKASAN PROSEDUR PERHITUNGAN ..... 6 - 34

3. PROSEDUR PERHITUNGAN UNTUK ANALISA OPERASIONAL DAN PERENCANAAN ..... 6 - 36

LANGKAH A: DATA MASUKAN ..... 6 - 37
A-1: Data umum ..... 6 - 37
A-2: Kondisi geometrik ..... 6 - 39
A-3: Kondisi lalu-lintas ..... 6 - 43
A-4: Hambatan samping ..... 6 - 50
LANGKAH B: ANALISA KECEPATAN ARUS BEBAS ..... 6 - 54
B-1: Kecepatan arus bebas dasar ..... 6 - 55
B-2: Penyesuaian kecepatan arus bebas akibat lebar jalur lalu-lintas ..... 6 - 57
B-3: Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat hambatan samping ..... 6 - 58
B-4: Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat kelas fungsional jalan ..... 6 - 59
B-5: Penentuan kecepatan arus bebas pada kondisi lapangan .. 6 - 60
B-6: Kecepatan arus bebas pada kelandaian khusus ..... 6 - 61
LANGKAH C: ANALISA KAPASITAS ..... 6 - 64
C-1: Kapasitas dasar ..... 6 - 65
C-2: Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu-lintas . 6 - 66
C-3: Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah lalu-lintas ..... 6 - 67
C-4: Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping .. 6 - 68
C-5: Penentuan kapasitas pada kondisi lapangan ..... 6 - 69
C-6: Kapasitas pada kelandaian khusus ..... 6 - 69

LANGKAH D: PERILAKU LALU-LINTAS ..... 6 - 71
D-1: Derajat kejenuhan ..... 6 - 71
D-2: Kecepatan dan waktu tempuh ..... 6 - 72
D-3: Hanya untuk 2/2-UD: Derajat iringan ..... 6 - 74
D-4: Kecepatan dan waktu tempuh pada kelandaian khusus .. 6 - 75
D-5: Penilaian perilaku lalu-lintas ..... 6 - 77

4. PROSEDUR PERHITUNGAN UNTUK ANALISA PERANCANGAN ..... 6 - 78

4.1 ANGGAPAN UNTUK BERBAGAI TIPE JALAN ..... 6 - 78
4.2 ANALISA PERILAKU LALU-LINTAS ..... 6 - 81

5. CONTOH PERHITUNGAN ..... 6 - 84

5.1 KONVERSI KE RADIAN/KM ..... 6 - 84
5.2 CONTOH-1: ANALISA OPERASIONAL JALAN DUA-LAJUR DUA-ARAH (2/2 UD) ..... 6 - 85
5.3 CONTOH-2: ANALISA PERANCANGAN ..... 6 - 96
5.4 CONTOH-3 ANALISA OPERASIONAL KELANDAIAN KHUSUS ..... 6 - 99

6. KEPUSTAKAAN ..... 6 - 104

Lampiran 6:1 Formulir perhitungan ..... 6 - 106

1. PENDAHULUAN

1.1 LINGKUP DAN TUJUAN

1.1.1. Definisi dan Jenis Prasarana

Bab ini menyajikan prosedur perhitungan kapasitas dan ukuran kinerja untuk jalan luar kota. Suatu segmen jalan didefinisikan sebagai jalan luar kota atau jalan perkotaan/semi perkotaan sebagai berikut:

Segmen jalan perkotaan/semi perkotaan: Mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruhnya, minimal pada satu sisi jalan tersebut, apakah itu pengembangan pita atau bukan. Jalan raya di atau dekat pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000 jiwa selalu digolongkan dalam kelompok ini. Jalan raya di daerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100.000 jiwa juga digolongkan dalam kelompok ini jika mempunyai perkembangan samping jalan yang permanen dan menerus.

Segmen jalan luar kota: Tanpa perkembangan yang menerus pada sisi manapun, meskipun mungkin terdapat perkembangan permanen yang sebentar-sebentar terjadi, seperti rumah makan, pabrik, atau perkampungan. (Catatan: Kios kecil dan kedai pada sisi jalan bukan merupakan perkembangan permanen).

Indikasi penting lebih lanjut tentang suatu daerah perkotaan atau semi perkotaan adalah karakteristik arus lalu-lintas puncak pada pagi dan sore hari, secara umum lebih tinggi dan terdapat perubahan dalam komposisi lalu-lintasnya (dengan persentase kendaraan pribadi dan sepeda motor yang lebih tinggi, dan persentase truk berat yang lebih rendah dalam arus lalu-lintas). Suatu peningkatan arus puncak yang berarti akan terlihat pada perubahan (yang lebih tak merata) dalam pemisahan arah lalu-lintas, dan dengan demikian batas segmen jalan harus ditentukan antara segmen jalan luar kota dan semi perkotaan (lihat sub-bagian 1.1.3 dan 1.1.4 di bawah). Dengan cara yang sama, perubahan yang berarti pada arus akan juga mendorong diadakannya batas segmen. Indikator lain yang membantu (meskipun tidak selalu) yaitu adalah adanya kereb: jalan raya luar kota jarang dilengkapi kereb.

Jika segmen jalan yang dianalisa tidak sesuai dengan uraian tentang jalan luar kota di atas, maka gunakanlah **Bab 5** tentang **Jalan Perkotaan** atau, jika jalan tersebut merupakan jalan layang dengan jalan masuk terkendali penuh, gunakanlah **Bab 7** tentang **Jalan Bebas Hambatan**.

Tipe jalan luar kota yang disajikan dalam Bab ini adalah sebagai berikut:

- Jalan dua-lajur dua-arah tak terbagi (2/2UD)
- Jalan empat-lajur dua-arah
  - tak terbagi (yaitu tanpa median) (4/2UD)
  - terbagi (yaitu dengan median) (4/2 D)
- Jalan enam-lajur dua-arah terbagi (6/2 D)

Manual dapat juga digunakan untuk menganalisa perencanaan dengan lebih dari enam lajur.

1.1.2. Penggunaan

Karakteristik geometrik dari tipe jalan yang digunakan dalam Bab ini didefinisikan pada Bagian 2.4.2 di bawah. Mereka tidak perlu berkaitan dengan sistem klasifikasi fungsional jalan Indonesia (Undang-undang tentang Jalan, No. 13, 1980, Undang-undang tentang Lalu-lintas dan Angkutan Jalan, No. 14, 1992), yang dikembangkan untuk tujuan yang berbeda.

Untuk masing-masing tipe jalan yang ditentukan, cara perhitungan dapat digunakan untuk:
- Analisa operasional, perencanaan dan perancangan jalan pada alinyemen datar, bukit atau gunung.
- Analisa operasional perencanaan dan perancangan pada suatu kelandaian tertentu (misalnya lajur pendakian).

Meskipun Bab ini berjudul 'Jalan luar kota', prosedur yang terdapat didalamnya dapat diterapkan bukan hanya pada jalan nasional tetapi juga pada jalan propinsi dan kabupaten. Dalam kenyataannya prosedur dapat diterapkan pada setiap jalan yang bukan perkotaan atau semi perkotaan, asalkan karakteristik jalan berada dalam ruang lingkup yang diberikan dalam Bab ini.

1.1.3. Segmen jalan

Prosedur dalam manual dipergunakan untuk perhitungan segmen jalan tertentu. Segmen jalan didefinisikan sebagai suatu panjang jalan:

- di antara dan tak terpengaruh oleh simpang utama, dan
- mempunyai rencana geometrik dan arus serta komposisi lalu-lintas yang serupa di seluruh panjangnya.

Titik di mana karakteristik jalan berubah secara berarti otomatis menjadi batas segmen sekalipun tidak ada simpang di dekatnya. Karakteristik jalan yang penting dalam hal ini dijelaskan di bawah.

Segmen jalan luar kota secara umum diharapkan jauh lebih panjang dari segmen jalan perkotaan atau semi perkotaan karena pada umumnya karakteristik geometrik dan karakteristik lainnya tidak sering berubah dan simpang utamanya tidak terlalu berdekatan. Panjangnya mungkin puluhan kilometer. Tetapi adalah perlu untuk menetapkan batas segmen dimana terdapat perubahan karakteristik yang penting, walaupun segmen yang dihasilkan jauh lebih pendek.

Batas segmen harus ditempatkan di mana tipe medan berubah, walaupun karakteristik lainnya untuk geometrik, lalu-lintas dan lingkungan (hambatan) tetap sama. Tetapi tidak perlu mempermasalahkan tentang perubahan kecil pada geometriknya (misalnya perbedaan lebar jalur lalu-lintas yang kurang dari 0,5 m), terutama jika perubahan kecil tersebut sebentar-sebentar terjadi. Kelandaian khusus selalu merupakan segmen tersendiri.

1.1.4. Daerah Perkotaan dan Simpang sepanjang jalan

Batas segmen harus dibuat apabila jalan luar kota dianggap telah menjadi jalan perkotaan atau semi perkotaan (atau sebaliknya), meskipun karakteristik geometrik atau lainnya tidak berubah, dan bab yang sesuai dari manual harus digunakan untuk masing-masing segmen.

Pedesaan tidak boleh dianggap sebagai daerah perkotaan, kecuali jalan tersebut melalui pusat kota yang mempunyai karakteristik samping jalan sesuai dengan jalan perkotaan/semi perkotaan yang

diberikan pada bagian 1.1.1. di atas. Dalam hal demikian Bab 5 tentang Jalan perkotaan dan semi perkotaan harus digunakan, jika perlu bersama dengan bab tentang prasarana lalu-lintas perkotaan lainnya (Bab 2 - Bab 4).

Dengan cara yang sama, jika jalan luar kota bertemu dengan satu atau lebih simpang utama, terutama jika simpang bersinyal, baik di daerah perkotaan maupun bukan, maka pengaruh simpang(-simpang) tersebut perlu diperhitungkan. Hal ini dapat dikerjakan sebagai berikut:

- Hitung waktu tempuh, dengan menggunakan prosedur jalan luar kota, seolah-olah tidak ada gangguan dari simpang(-simpang) yaitu kerjakan analisa seolah-olah tidak ada simpang (-simpang) ("waktu tempuh tak terganggu").

- Untuk setiap simpang utama sepanjang jalan tersebut, hitung tundaan, dengan menggunakan prosedur yang sesuai dari Bab 2 sampai 4 manual ini.

- Tambahkan tundaan(-tundaan) simpang pada waktu tempuh tak terganggu, untuk mendapatkan waktu tempuh keseluruhan (dan jika diperlukan, konversikan ke kecepatan rata-rata dengan membagi jarak keseluruhan (km) dengan waktu tempuh keseluruhan (jam).

1.2 KARAKTERISTIK JALAN

Karakteristik utama jalan yang akan mempengaruhi kapasitas dan kinerjanya apabila dibebani lalu-lintas ditunjukkan di bawah. Setiap titik dari jalan tertentu yang mempunyai perubahan penting dalam rencana geometrik, karakteristik arus lalu-lintas atau kegiatan samping jalan, menjadi batas segmen jalan seperti diuraikan di Bagian 1.1.3 di atas.

1.2.1. Geometrik

- Lebar jalur lalu-lintas: kapasitas meningkat dengan bertambahnya lebar jalur lalu-lintas.

- Karakteristik bahu: kapasitas, dan kecepatan pada arus tertentu, bertambah sedikit dengan bertambahnya lebar bahu. Kapasitas berkurang jika terdapat penghalang tetap dekat pada tepi jalur lalu-lintas.

- Ada atau tidaknya median (terbagi atau tak terbagi): median yang direncanakan dengan baik meningkatkan kapasitas. Tetapi mungkin ada alasan lain mengapa median tidak diinginkan, misalnya kekurangan tempat, biaya, jalan masuk ke prasarana samping jalan dsb.

- Lengkung vertikal: ini mempunyai dua pengaruh, makin berbukit jalannya, makin lambat kendaraan bergerak di tanjakan (ini biasanya tidak diimbangi di turunan) dan juga pundak bukit mengurangi jarak pandang. Kedua pengaruh ini mengurangi kapasitas dan kinerja pada arus tertentu.

- Lengkung Horisontal: Jalan dengan banyak tikungan tajam memaksa kendaraan untuk bergerak lebih lambat dari pada di jalan lurus, agar yakin bahwa ban mempertahankan gesekan yang aman dengan permukaan jalan. Lengkung horisontal dan vertikal dapat dinyatakan sebagai tipe alinyemen umum (datar, bukit atau gunung). Mereka sering juga dihubungkan dengan kelas jarak pandang. Lengkung vertikal dan horisontal adalah sangat penting pada jalan dua-lajur dua-arah.

- Jarak pandang: Apabila jarak pandangnya panjang, menyalip akan lebih mudah dan kecepatan serta kapasitas lebih tinggi. Meskipun sebagian tergantung pada lengkung vertikal dan horisontal, jarak pandang juga tergantung pada ada atau tidaknya penghalang pandangan dari tumbuhan, pagar, bangunan dan lain-lain.

1.2.2. Arus, komposisi dan pemisahan arah

- Pemisahan arah lalu-lintas: kapasitas adalah tertinggi pada jalan datar tak terbagi apabila pemisahan arah adalah 50 - 50 yaitu: apabila arus pada kedua arah adalah sama.

- Komposisi lalu-lintas:
  Komposisi lalu-lintas mempengaruhi hubungan arus-kecepatan jika arus dan kapasitas dinyatakan dalam kend/jam, yaitu tergantung pada rasio sepeda motor atau kendaraan berat dalam arus. Jika arus dan kepasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), maka kecepatan kendaraan ringan dan kapasitas (smp/jam) tidak terpengaruh oleh komposisi lalu-lintas.

1.2.3. Pengendaliaan lalu-lintas

- Pengendalian kecepatan, pergerakan kendaraan berat, parkir, dsb akan mempengaruhi kapasitas jalan.

1.2.4. Aktivitas samping jalan ("hambatan samping")

- Banyaknya kegiatan di samping jalan di Indonesia sering menimbulkan konflik, kadang kala berat, dengan arus lalu-lintas. Pengaruh dari konflik ini, ("hambatan samping"), diberi perhatian lebih dalam manual ini, jika dibandingkan dengan manual dari negara Barat. Hambatan samping yang telah terbukti sangat berpengaruh pada kapasitas dan kinerja jalan luar kota adalah:

  - Pejalan kaki;
  - Pemberhentian angkutan umum dan kendaraan lain;
  - Kendaraan lambat (misal becak, kereta kuda);
  - Kendaraan masuk dan keluar dari lahan di samping jalan

  Untuk menyederhanakan penyertaannya dalam prosedur perhitungan, jenis-jenis hambatan ini telah diterangkan juga sehubungan dengan lebar efektif bahu sebagaimana didefinisikan pada Bagian 1.3 di bawah.

1.2.5. Fungsi Jalan dan guna lahan

Kelas fungsional jalan (arteri, kolektor, lokal) dapat mempengaruhi kecepatan arus bebas, karena kelas fungsional cenderung mencerminkan jenis perjalanan yang terjadi di jalan. Ada hubungan yang kuat antara kelas fungsional dan kelas administratif jalan (nasional, propinsi, kabupaten). Jika terdapat keraguan tentang kelas fungsional dari suatu jalan, maka kelas administratif dapat digunakan sebagai indikator.

Pengaruh dari fungsi jalan sehubungan dengan karakteristik perkembangan guna lahan sepanjang jalan, diterangkan seperti dalam definisi pada Bagian 1.3 dibawah.

1.2.6. Pengemudi dan populasi kendaraan

Perilaku pengemudi dan populasi kendaraan (umur, tenaga dan kondisi kendaraan dalam masing-masing kelas, sebagaimana ternyata dari komposisi kendaraan) adalah berbeda untuk berbagai daerah di Indonesia. Kendaraan yang lebih tua dari suatu tipe tertentu, atau perilaku pengemudi yang kurang gesit dapat menghasilkan kapasitas dan kinerja yang lebih rendah. Pengaruh-pengaruh ini tidak dapat diukur secara langsung tetapi dapat diperhitungkan melalui pemeriksaan setempat dari parameter kunci, sebagaimana disarankan dalam Bagian 1.4.

1.3 Definisi dan istilah

NOTASI	ISTILAH	DEFINISI
Ukuran kinerja umum		
C	KAPASITAS (smp/jam)	Arus lalu-lintas maksimum (mantap) yang dapat dipertahankan sepanjang potongan jalan dalam kondisi tertentu (sebagai contoh: rencana geometrik, lingkungan, lalu-lintas dan lain-lain).
DS	DERAJAT KEJENUHAN	Rasio arus terhadap kapasitas.
TT	WAKTU TEMPUH	Waktu total (jam, menit atau detik) yang diperlukan untuk melalui suatu panjang jalan tertentu, termasuk seluruh waktu tundaan-henti.
V	KECEPATAN TEMPUH	Kecepatan rata-rata (km/jam) dihitung sebagai panjang jalan dibagi waktu tempuh jalan tersebut.
FV	KECEPATAN ARUS BEBAS	(1) Kecepatan rata-rata teoritis (km/jam) dari lalu lintas pada waktu kerapatan = nol, yaitu tidak ada kendaraan di jalan. (2) Kecepatan (km/jam) suatu kendaraan yang tidak tertahan oleh kendaraan lain (yaitu kecepatan dimana pengemudi merasa nyaman untuk bergerak pada kondisi-kondisi geometrik, lingkungan dan pengendalian lalu-lintas yang ada pada suatu segmen jalan tanpa lalu-lintas lain).
B	IRINGAN (PELETON)	Kondisi lalu-lintas bila kendaraan bergerak dalam antrian (peleton) dengan kecepatan yang sama karena tertahan oleh kendaraan yang didepan (pimpinan peleton) (Catatan: waktu antara ke depan $\leq$ 5 detik)
DB	DERAJAT IRINGAN	Rasio arus kendaraan dalam peleton terhadap arus total.

Kondisi geometrik

W_C	LEBAR JALUR	Lebar (m) jalur jalan yang dilewati lalu-lintas, tidak termasuk bahu.
W_{Ce}	LEBAR JALUR EFEKTIF	Lebar jalur (m) yang tersedia untuk gerakan lalu lintas, setelah dikurangi akibat parkir. (Catatan: Bahu yang diperkeras kadang-kadang dianggap bagian dari lebar jalur efektif).
W_S	LEBAR BAHU	Lebar bahu (m) di samping jalur jalan, direncanakan sebagai ruang untuk kendaraan yang sekali-sekali berhenti, pejalan kaki dan kendaraan lambat.
W_{Se}	LEBAR BAHU EFEKTIF	Lebar bahu (m) yang benar-benar dapat dipakai, setelah dikurangi untuk penghalang, seperti: pohon, kios samping jalan, dsb. (Catatan: 1. Lihat catatan di atas pada LEBAR JALUR EFEKTIF 2. Lebar bahu efektif rata-rata dihitung sbb: - Jalan tak terbagi = (bahu kiri + kanan)/2 - Jalan terbagi (per arah) = (bahu dalam + luar)
	KEGUNAAN BAHU	Kemungkinan untuk menggunakan bahu bagi gerakan kendaraan (misalnya bergerak, parkir, perhentian darurat).
	MEDIAN	Daerah yang memisahkan arah lalu-lintas di jalan.
L	PANJANG JALAN	Panjang segmen jalan (km)
	TIPE JALAN	Tipe jalan menentukan jumlah lajur dan arah pada suatu segmen jalan; untuk jalan-jalan luar kota: - 2 lajur 1 arah (2/1) - 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD) - 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2 UD) - 4 lajur 2 arah terbagi (4/2 D) - 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 D)
	TIPE ALINYEMEN	Tipe alinyemen adalah gambaran kemiringan daerah yang dilalui jalan, dan ditentukan oleh jumlah naik dan turun (m/km) dan jumlah lengkung horizontal (rad/km) sepanjang segmen jalan, lihat Tabel 1.3:2. (Nilai-nilai dalam kurung adalah yang digunakan untuk mengembangkan grafik untuk tipe alinyemen standar dalam manual):

Tipe alinyemen	Keterangan	Lengkung vertikal: naik + turun (m/km)	lengkung horisontal (rad/km)
F	Datar	< 10 (5)	< 1,0 (0.25)
R	Bukit	10 - 30 (25)	1,0 - 2,5 (2.00)
H	Gunung	> 30 (45)	> 2,5 (3,50)

Tabel 1.3:2 Ketentuan tipe alinyemen

TIPE MEDAN

Penggolongan tipe medan sehubungan dengan topografi daerah yang dilewati jalan, berdasarkan kemiringan melintang yang tegak lurus pada sumbu jalan (Datar = 0 - 9,9%, bukit = 10 - 24,9 %, gunung > 25% (Spesifikasi Standard Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota 1990)

RFC KELAS FUNGSIONAL JALAN

Kelas fungsional jalan sebagaimana ditentukan oleh Undang-Undang tentang Jalan No. 13 1980.

1 Arteri
2 Kolektor
3 Jalan Lokal

SDC KELAS JARAK PANDANG

Jarak pandang adalah jarak maksimum dimana pengemudi (dengan tinggi mata 1,2 m) mampu melihat kendaraan lain atau suatu benda tetap dengan ketinggian tertentu (1,3 m). Kelas jarak pandang ditentukan berdasarkan persentase dari segmen jalan yang mempunyai jarak pandang ≥ 300 m; lihat Tabel 1.3:3.

Kelas jarak pandang	% segmen dengan jarak pandang paling sedikit 300 m
A	> 70%
B	30 - 70%
C	< 30%

Tabel 1.3:3 Kelas Jarak Pandang

LU	GUNA LAHAN	Pengembangan lahan di sepanjang jalan. Untuk tujuan perhitungan, guna lahan ditentukan sebagai persentase dari segmen jalan dengan pengembangan tetap dalam bentuk bangunan.
SF	HAMBATAN SAMPING	Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan di samping ruas jalan terhadap kinerja lalu-lintas, misalnya pejalan kaki (bobot = 0,6) penghentian kendaraan umum atau kendaraan lainnya (bobot = 0,8), kendaraan masuk dan keluar lahan di samping jalan (bobot = 1,0) dan kendaraan lambat (bobot = 0,4)
SFC	KELAS HAMBATAN SAMPING	Lihat tabel 1.3:4 untuk penentuan kelas hambatan samping.

Kelas hambatan samping	Kode	Frekuensi berbobot dari kejadian (kedua sisi)	Kondisi khas
Sangat rendah	VL	< 50	Pedesaan: pertanian atau belum berkembang
Rendah	L	50 - 150	Pedesaan: beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan
Sedang	M	150 - 250	Kampung: kegiatan permukimam
Tinggi	H	250 - 350	Kampung: beberapa kegiatan pasar
Sangat tinggi	VH	> 350	Hampir perkotaan: banyak pasar/kegiatan niaga

Tabel 1.3:4 Kelas hambatan samping

Komposisi lalu-lintas

	UNSUR LALU-LINTAS	Benda atau pejalan kaki sebagai bagian dari lalu-lintas.
kend	KENDARAAN	Unsur lalu-lintas di atas roda.
LV	KENDARAAN RINGAN	Kendaraan bermotor beroda empat, dengan dua gandar berjarak 2,0 - 3,0 m (termasuk kendaraan penumpang, oplet, mikro bis, pick up dan truk kecil, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
MHV	KENDARAAN BERAT MENENGAH	Kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5 - 5,0 m (termasuk bis kecil, truk dua as dengan enam roda, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
LT	TRUK BESAR	Truk tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar (gandar pertama ke kedua) < 3,5 m (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

LB	BIS BESAR	Bis dengan dua atau tiga gandar dengan jarak as 5,0 - 6,0 m.
MC	SEPEDA MOTOR	Sepeda motor dengan dua atau tiga roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
UM	KENDARAAN TAK BERMOTOR	Kendaraan bertenaga manusia atau hewan di atas roda (meliputi sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga). Catatan: Dalam manual ini kend. tak bermotor tidak dianggap sebagai unsur lalu-lintas tetapi sebagai unsur hambatan samping.

Kondisi lalu-lintas

Q	ARUS LALU-LINTAS	Jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kend/jam (Q_{kend}) atau smp/jam (Q_{smp}) atau LHRT.
SP	PEMISAHAN ARAH	Pembagian arah arus pada jalan dua arah dinyatakan sebagai persentase dari arus total pada masing-masing arah sebagai contoh 60:40).

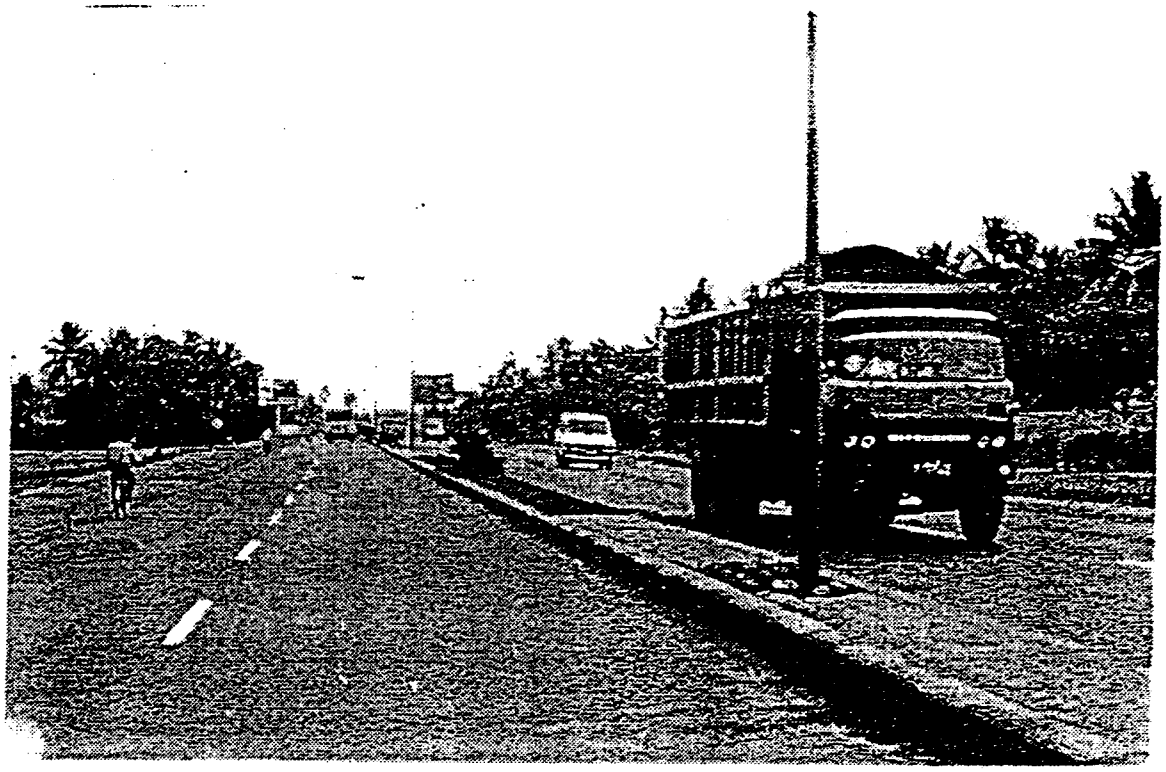
Faktor perhitungan

C_0	KAPASITAS DASAR (smp/jam)	Kapasitas suatu segmen jalan untuk suatu set kondisi yang ditentukan sebelumnya (geometri, pola arus lalu-lintas dan faktor lingkungan). (lihat bagian 2.4.2)
FC_W	FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT LEBAR JALUR	Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat lebar jalur lalu-lintas.
FC_{SP}	FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT PEMISAHAN ARAH	Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat pemisahan arah (hanya untuk jalan dua arah tak terbagi)
FC_{SF}	FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT HAMBATAN SAMPING	Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat hambatan samping sebagai fungsi dari lebar bahu.
emp	EKIVALEN MOBIL PENUMPANG	Faktor dari berbagai tipe kendaraan dibandingkan terhadap kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruh kepada kecepatan kendaraan ringan dalam arus campuran (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang sama sasisnya; emp = 1,0)

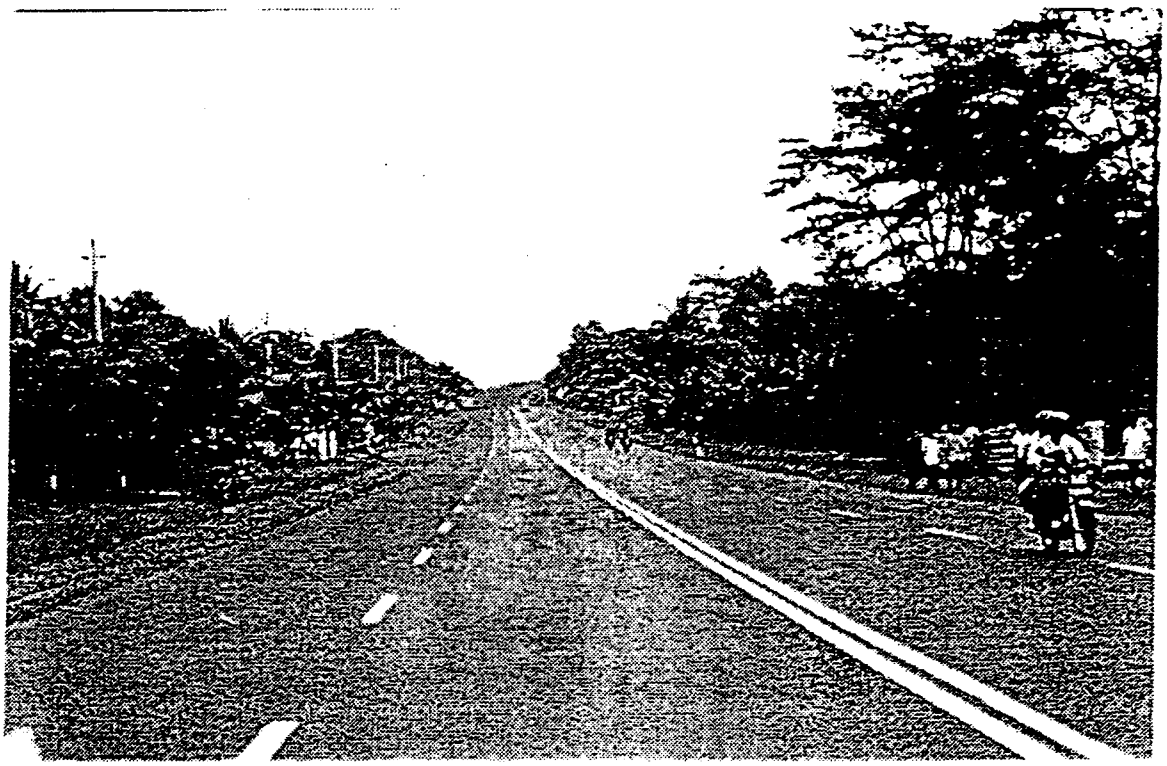
smp	SATUAN MOBIL PENUMPANG	Satuan untuk arus lalu-lintas dimana arus berbagai kendaraan yang berbeda telah diubah menjadi arus kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp.
F_{smp}	FAKTOR SMP	Faktor untuk mengubah arus dalam kendaraan campuran menjadi arus ekivalen dalam smp, untuk analisa kapasitas.
	LHRT (kend/hari)	Lalu-lintas harian rata-rata tahunan.
k	FAKTOR LHRT	Faktor pengubah dari LHRT ke lalu-lintas jam puncak
Q_{DH}	ARUS JAM RENCANA (kend/jam)	Arus lalu-lintas yang digunakan untuk perancangan: Q_{DH} = LHRT × k
FV	KECEPATAN ARUS BEBAS	Kecepatan kendaraan yang tidak terhambat oleh kendaraan lain dalam pemilihan kecepatannya. Catatan: Kadang-kadang disebut KECEPATAN YANG DIINGINKAN.
FV_0	KECEPATAN ARUS BEBAS DASAR (km/jam)	Kecepatan arus bebas suatu segmen jalan untuk suatu set kondisi ideal (geometri, pola arus lalu-lintas dan faktor lingkungan) yang ditentukan sebelumnya (lihat bagian 2.4:2).
FV_W	PENYESUAIAN KECEPATAN AKIBAT LEBAR JALUR	Penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar akibat lebar jalur.
FFV_{SF}	FAKTOR PENYESUAIAN KECEPATAN AKIBAT HAMBATAN SAMPING	Faktor penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar akibat hambatan samping dan lebar bahu.
FFV_{RC}	FAKTOR PENYESUAIAN KECEPATAN AKIBAT KELAS FUNGSIONAL JALAN	Faktor penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar akibat kelas fungsional jalan (arteri, kolektor atau lokal) dan guna lahan.

1.4 PEMERIKSAAN SETEMPAT

Sejumlah faktor yang khas untuk daerah tertentu (seperti pengemudi dan populasi kendaraan) dapat mempengaruhi parameter yang diberikan dalam manual ini. Jika mempunyai sumber daya dan keahlian yang sesuai, pemakai manual ini sangat disarankan untuk mengukur parameter kunci (seperti kecepatan arus bebas dan kapasitas) pada sejumlah kecil lokasi yang mewakili di dalam wilayah yang sedang diteliti, dan untuk menerapkan faktor penyesuaian setempat pada kecepatan arus bebas dan kapasitas jika nilai-nilai yang didapat sangat berbeda dari nilai-nilai yang didapat dengan menggunakan manual ini.



Penampang jalan empat-lajur terbagi



Penampang jalan empat-lajur tidak terbagi

Penampang jalan dua-lajur dua arah tak terbagi dengan bahu kerikil yang lebar

Penampang jalan dua-lajur dua arah tak terbagi pada alinyemen gunung

2. METODOLOGI

2.1 PENDEKATAN UMUM

Prosedur perhitungan yang diberikan dalam manual ini dalam beberapa hal, setidaknya secara umum, serupa dengan yang ada dalam U.S. Highway Capacity Manual 1985 (US-HCM) dan perubahannya tahun 1994. Ini adalah kesengajaan, karena pemakai dari manual ini mungkin sudah mengenal prosedur US HCM. Tetapi secara rinci, prosedur-prosedur tersebut adalah tidak sama. Bab ini juga menggunakan beberapa variabel yang berbeda. Mengenai variabel yang umum, nilai-nilainya untuk kondisi Indonesia adalah sering sangat berbeda dari US HCM.

2.1.1. Tipe perhitungan

Prosedur yang diberikan dalam bab ini memungkinkan perhitungan karakteristik lalu-lintas berikut, untuk segmen jalan tertentu:

- kecepatan arus bebas;
- kapasitas;
- derajat kejenuhan (arus/kapasitas);
- kecepatan pada kondisi arus lapangan;
- derajat iringan (hanya pada jalan 2/2 UD) pada kondisi arus lapangan;
- arus lalu-lintas yang dapat ditampung oleh segmen jalan sambil mempertahankan kualitas lalu-lintas tertentu (yaitu kecepatan atau derajat iringan yang ditentukan).

2.1.2. Tingkatan analisa

Dalam bab ini diberikan prosedur untuk memungkinkan suatu analisa dikerjakan pada salah satu dari dua tingkatan berikut:

- **Analisa operasional dan Perencanaan**: Penentuan kinerja segmen jalan akibat kebutuhan lalu-lintas yang ada atau yang diramalkan. Kapasitas dapat juga dihitung, dan juga arus maksimum yang dapat disalurkan sambil mempertahankan kualitas lalu-lintas tertentu. Lebar jalan atau jumlah lajur yang diperlukan untuk menyalurkan arus lalu-lintas tertentu, sambil mempertahankan tingkat kinerja (jalan) yang dapat diterima dapat juga dihitung untuk keperluan perencanaan. Pengaruh pada kapasitas dan kinerja dari sejumlah segi perencanaan lainnya, misalnya pemasangan median atau modifikasi lebar bahu, dapat juga diperkirakan. Ini adalah tingkat analisa yang paling rinci.

- **Analisa Perancangan**: Sebagaimana untuk perencanaan, sasarannya adalah untuk memperkirakan jumlah lajur yang diperlukan untuk jalan yang direncanakan, tetapi keterangan tentang arus diberikan hanya berupa LHRT perkiraan saja. Rincian geometrik serta masukan lainnya dapat berupa anggapan atau dapat juga didasarkan pada nilai normal yang dianjurkan.

Metode yang digunakan dalam analisa operasional dan analisa perencanaan adalah sama, dan berbeda terutama dalam tingkatan perincian dari masukan dan keluarannya. Metode yang digunakan dalam analisa perancangan mempunyai latar belakang teoritis yang sama, tetapi telah sangat disederhanakan karena data masukan terincinya dianggap tidak ada.

Prosedur yang diberikan dalam bab ini juga memungkinkan analisa operasional dikerjakan pada satu dari dua tipe segmen jalan yang berbeda:

- **Segmen alinyemen umum**: Dalam hal ini segmen digolongkan dalam tipe alinyemen yang menggambarkan kondisi umum lengkung horisontal dan vertikal dari segmen: datar, bukit atau gunung.

- **Kelandaian khusus**: Suatu bagian jalan yang curam menerus dapat menjadi 'pemerkecil' kapasitas dalam kedua arah mendaki dan menurun dan dapat mempunyai pengaruh kinerja yang tidak diperhitungkan secara penuh apabila menggolongkan bagian curam dalam tipe alinyemen umum. Maka dari itu manual juga memungkinkan untuk analisa operasional dari kelandaian khusus. Prosedur kelandaian khusus yang diberikan dalam manual pada dasarnya hanya berlaku untuk jalan dua-lajur dua-arah karena masalah kelandaian biasanya terburuk pada tipe jalan ini. Prosedur memungkinkan pengaruh kemiringan diperhitungkan sebagai dasar studi tindakan perbaikan, seperti pelebaran atau penyediaan suatu lajur pendakian.

2.1.3. Periode analisa

Analisa kapasitas jalan dilakukan untuk suatu periode satu-jam puncak; arus serta kecepatan rata-rata ditentukan bagi periode ini. Menggunakan periode analisa sehari penuh (LHRT) adalah terlalu kasar untuk analisa operasional dan perencanaan. Di lain pihak, menggunakan 15 menit puncak dari satu jam puncak adalah terlalu rinci. Sepanjang manual ini, arus dinyatakan dalam ukuran per jam (smp/jam), kecuali dinyatakan lain.

Untuk perancangan, di mana arus biasanya diberikan hanya dalam LHRT, telah disiapkan tabel untuk mengubah arus secara langsung dari LHRT menjadi ukuran kinerja dan sebaliknya. untuk anggapan kondisi tertentu.

2.1.4. Jalan terbagi dan tak terbagi

Untuk jalan tak terbagi, termasuk jalan bebas hambatan tak terbagi, seluruh analisa (selain analisa untuk kelandaian khusus) dikerjakan untuk gabungan kedua arah gerakan, dengan menggunakan satu set formulir analisa. Untuk jalan terbagi, analisa dikerjakan terpisah untuk masing-masing arah, seolah-olah masing-masing arah merupakan jalan satu-arah yang terpisah.

2.2 VARIABEL

2.2.1. Arus dan komposisi lalu-lintas

Sepanjang manual, nilai arus lalu-lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu-lintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalu-lintas (per arah dan total) dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan berikut (lihat definisi dalam Bagian 1.3):

- Kendaraan ringan (meliputi mobil penumpang, minibus, truk pik-up dan jeep)
- Kendaraan berat menengah (meliputi truk dua gandar dan bus kecil)
- Bus besar
- Truk besar (meliputi truk tiga gandar dan truk gandengan)
- Sepeda motor

Pengaruh kehadiran kendaraan tak bermotor dimasukkan sebagai kejadian terpisah dalam faktor penyesuaian hambatan samping.

Ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk masing-masing tipe kendaraan tergantung pada tipe jalan, tipe alinyemen dan arus lalu-lintas total yang dinyatakan dalam kendaraan/jam. Emp sepeda motor ada juga dalam masalah jalan 2/2, tergantung pada lebar efektif jalur lalu-lintas. Semua emp kendaraan yang berbeda pada alinyemen datar, bukit dan gunung disajikan dalam bentuk tabel pada Bagian 3, Langkah A-3.

2.2.2. Kecepatan arus bebas

Kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan pada saat tingkatan arus nol, sesuai dengan kecepatan yang akan dipilih pengemudi seandainya mengendarai kendaraan bermotor tanpa halangan kendaraan bermotor lain di jalan (yaitu saat arus = 0).

Kecepatan arus bebas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan, dari mana hubungan antara kecepatan arus bebas dengan kondisi geometrik dan lingkungan telah ditetapkan dengan cara regresi. Kecepatan arus bebas kendaraan ringan telah dipilih sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan pada saat arus = 0. Kecepatan arus bebas kendaraan berat menengah, bus besar, truk besar dan sepeda motor juga diberikan sebagai rujukan (untuk definisi lihat Bagian 1.3). Kecepatan arus bebas mobil penumpang biasanya adalah 10-15% lebih tinggi dari tipe kendaraan ringan lain.

Persamaan untuk penentuan kecepatan arus bebas mempunyai bentuk umum berikut:

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC}$$

di mana:

FV	=	Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)
FV_0	=	Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan dan alinyemen yang diamati (lihat Bagian 2.4 di bawah (km/jam)
FV_W	=	Penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan (km/jam)
FFV_{SF}	=	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu
FFV_{RC}	=	Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan guna lahan

2.2.3. Kapasitas

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada. Untuk jalan dua-lajur dua-arah, kapasitas didefinisikan untuk arus dua-arah (kedua arah kombinasi), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah perjalanan dan kapasitas didefinisikan per lajur.

Nilai kapasitas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan sejauh memungkinkan. Oleh karena kurangnya lokasi yang arusnya mendekati kapasitas segmen jalan sendiri (sebagaimana ternyata dari kapasitas simpang sepanjang jalan), kapasitas juga telah diperkirakan secara teoritis dengan menganggap suatu hubungan matematik antara kerapatan, kecepatan dan arus, lihat Bagian 2.3.1 di bawah. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), lihat di bawah. Persamaan dasar untuk penentuan kapasitas adalah sebagai berikut :

$$C = C_O \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF}$$

di mana:

C	=	kapasitas (smp/jam)
C_O	=	kapasitas dasar (smp/jam)
FC_W	=	faktor penyesuaian lebar jalan
FC_{SP}	=	faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi)
FC_{SF}	=	faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

2.2.4. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu-lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai Derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan akan mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

DS = Q/C; DS = Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas yang dinyatakan dalam smp/jam. Derajat kejenuhan digunakan untuk analisa perilaku lalu-lintas berupa kecepatan, sebagaimana dijelaskan dalam prosedur perhitungan Bagian 3 Langkah D-2, dan untuk perhitungan Derajat Iringan, lihat Bagian 2.2.6. dibawah.

2.2.5. Kecepatan

Manual menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena ini mudah dimengerti dan diukur, dan merupakan masukan yang penting bagi biaya pemakai jalan dalam analisa ekonomi. Kecepatan tempuh didefinisikan dalam manual ini sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan sepanjang segmen jalan :

V = L/TT

di mana:

V	=	kecepatan ruang rata-rata kend. ringan (km/jam)
L	=	panjang segmen (km)
TT	=	waktu tempuh rata-rata dari kend. ringan sepanjang segmen (jam)

2.2.6. Derajat iringan

Indikator penting lebih lanjut mengenai perilaku lalu-lintas pada segmen jalan adalah derajat iringan yang terjadi yaitu rasio arus kendaraan di dalam peleton terhadap arus total.

Dalam manual ini suatu peleton didefinisikan sebagai gerakan dari kendaraan yang beriringan dengan waktu antara (gandar depan ke gandar depan dari kendaraan yang di depan) dari setiap kendaraan, kecuali kendaraan pertama pada peleton, sebesar $\leq$ 5 detik. Kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai bagian peleton. Derajat iringan adalah fungsi dari Derajat kejenuhan seperti dijelaskan dalam prosedur perhitungan, Bagian 3 Langkah D-3.

2.2.7. Perilaku lalu-lintas

Di dalam US HCM kinerja jalan diwakili oleh tingkat pelayanan (LOS): suatu ukuran kualitatif yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang kualitas berkendaraan. LOS berhubungan dengan suatu ukuran pendekatan kuantitatif, seperti kerapatan atau persen tundaan. Konsep tingkat pelayanan telah dikembangkan untuk penggunaan di Amerika Serikat dan definisi LOS tidak secara langsung berlaku di Indonesia. Dalam manual ini kecepatan, derajat kejenuhan dan derajat iringan digunakan sebagai indikator perilaku lalu-lintas (di jalan) dan parameter yang sama telah digunakan dalam pengembangan "petunjuk pelaksanaan lalu-lintas" yang berdasar "penghematan" sebagaimana disajikan pada Bagian 2.5 dibawah.

2.3 HUBUNGAN DASAR

2.3.1. Hubungan kecepatan-arus-kerapatan

Prinsip umum yang mendasari analisa kapasitas segmen jalan adalah bahwa kecepatan berkurang bila arus bertambah. Pengurangan kecepatan akibat penambahan arus mendekati konstan pada arus rendah dan menengah, tetapi menjadi lebih besar pada arus yang mendekati kapasitas. Mendekati kapasitas, sedikit penambahan pada arus akan menghasilkan pengurangan yang besar pada kecepatan.

Hubungan khas antara kecepatan dan kerapatan dan antara kecepatan dan arus digambarkan dengan bantuan data lapangan (di Indonesia) untuk jalan empat-lajur terbagi, pada Gambar 2.3.1:1 dan 2.3.1:2, dan untuk jalan dua-lajur dua-arah pada Gambar 2.3.1:3 dan 2.3.1:4. Gambaran matematis yang baik dari hubungan untuk jalan berlajur banyak seringkali dapat diperoleh dengan menggunakan model Rejim Tunggal:

$$V = FV[1-(D/D_j)^{(\ell-1)}]^{1/(1-m)}; \quad D_0/D_j = [(1-m)/(\ell-m)]^{1/(\ell-1)}$$

di mana:

FV = Kecepatan arus bebas (km/jam)
D = Kerapatan (smp/km) (dihitung sebagai Q/V)
D_j = Kerapatan pada saat jalan macet total
D_0 = Kerapatan pada saat kapasitas
ℓ,m = Konstanta

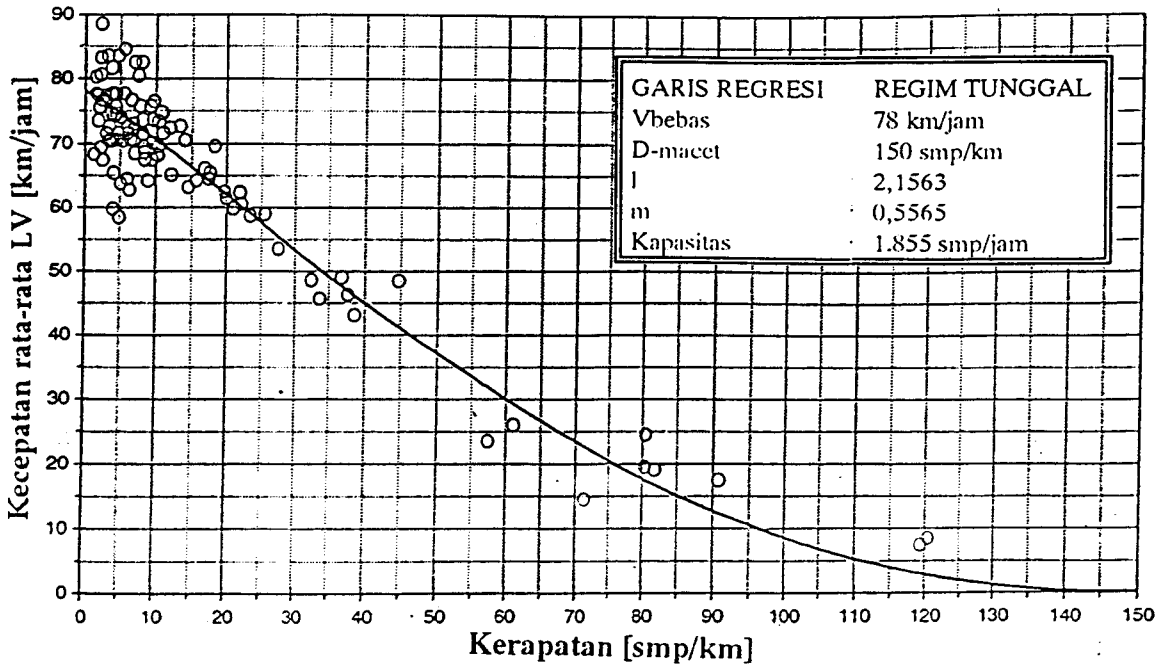
Untuk jalan dua-lajur tak terbagi hubungan kecepatan-arus seringkali mendekati linier dan dapat digambarkan dengan model linier yang sederhana.

Data dari survei lapangan telah dianalisa untuk mendapatkan hubungan khas antara kecepatan-arus jalan tak terbagi dan jalan terbagi dengan menggunakan model ini. Arus pada sumbu horisontal telah diganti dengan derajat kejenuhan, dan sejumlah lengkung telah digambar untuk mewakili beberapa kecepatan arus bebas agar hubungan tersebut pada umumnya dapat digunakan sebagaimana ditunjukan pada Bagian 3, Langkah D di bawah.

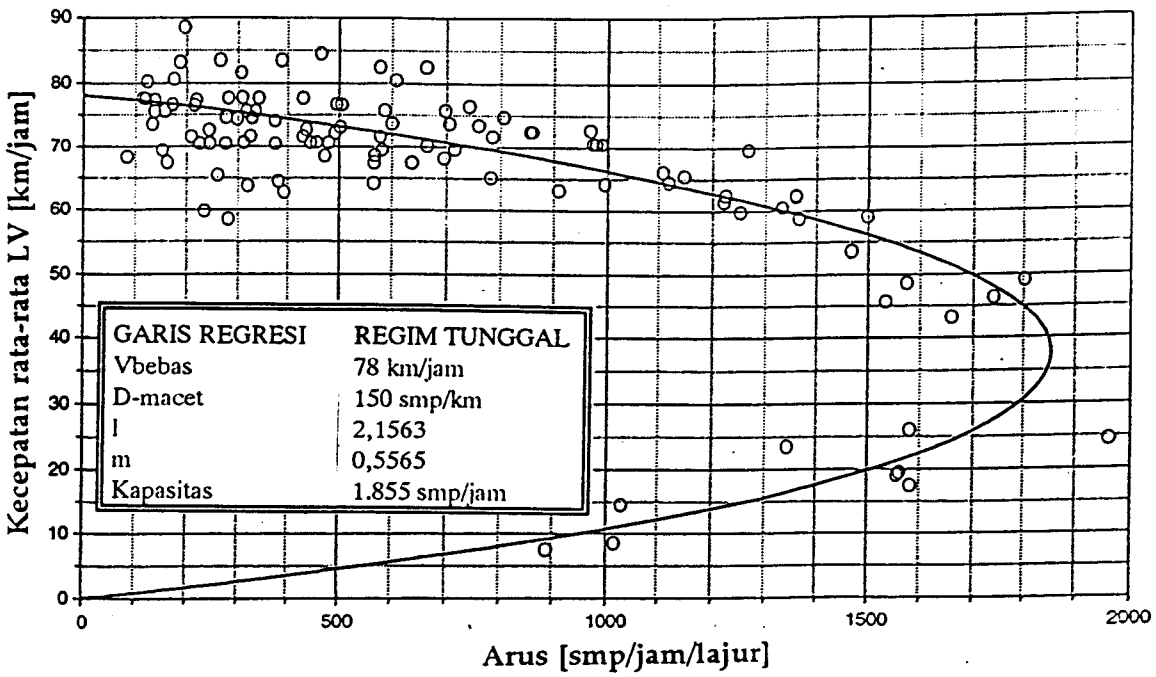
Di Indonesia kecepatan biasanya jauh lebih rendah dibanding dengan di negara maju, pada semua nilai derajat kejenuhan lalu-lintas.

2.3.2. Hubungan antara derajat kejenuhan dan derajat iringan

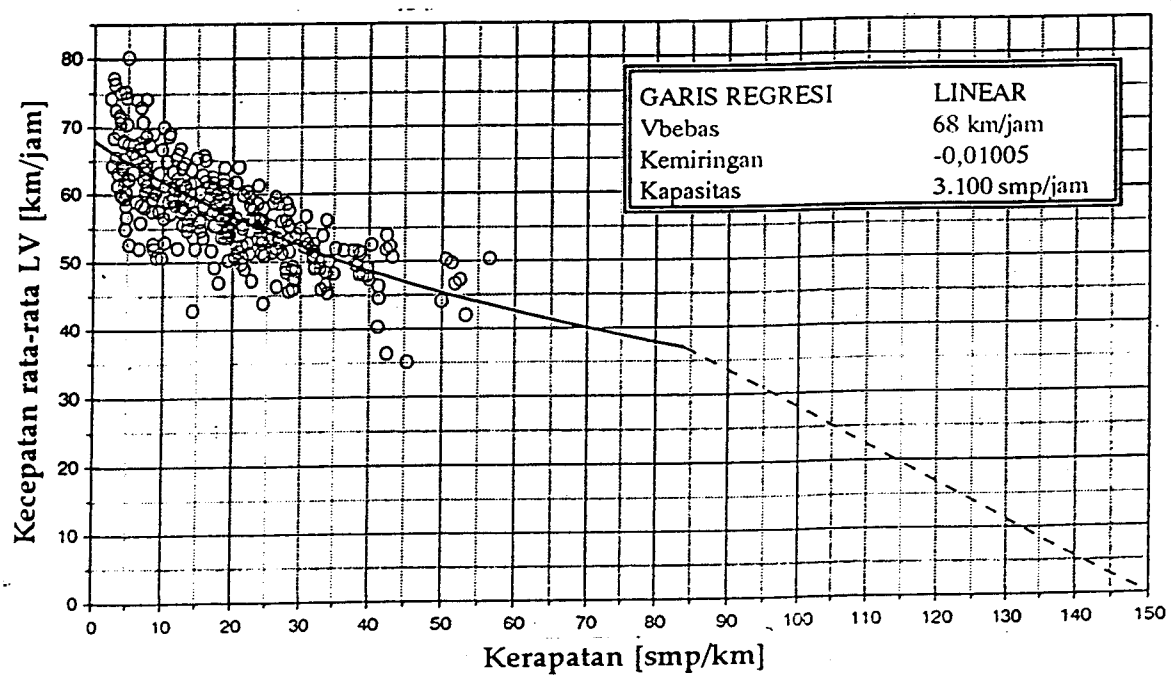
Derajat iringan adalah variabel yang lebih sensitif terhadap arus dibandingkan terhadap kecepatan, dan dengan demikian memberikan perkiraan perilaku lalu-lintas (di jalan) yang masuk akal. Tipe model matematik yang sama seperti yang diterangkan untuk kecepatan di atas telah digunakan untuk mengembangkan hubungan umum antara derajat kejenuhan dan derajat iringan, lihat Gambar 2.3.1:5 di bawah.



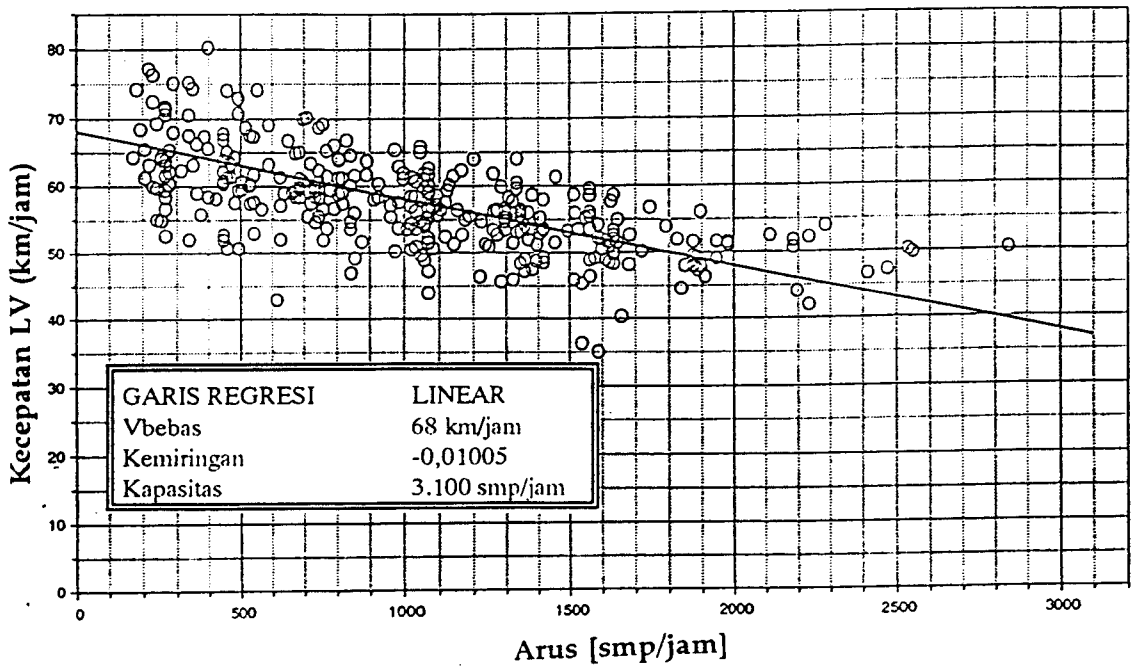
Gambar 2.3.1:1 Hubungan kecepatan-kerapatan untuk jalan empat-lajur terbagi



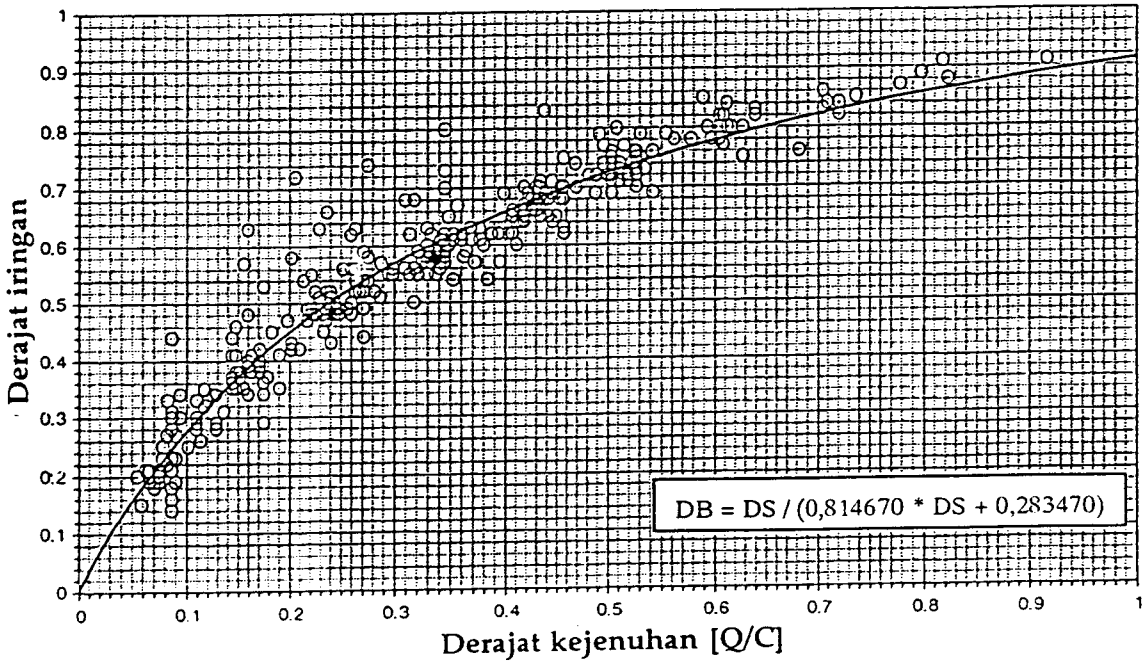
Gambar 2.3.1:2 Hubungan kecepatan-arus untuk jalan empat-lajur terbagi



Gambar 2.3.1:3 Hubungan kecepatan-kerapatan untuk jalan dua-lajur tak terbagi



Gambar 2.3.1:4 Hubungan kecepatan-arus untuk jalan dua-lajur tak terbagi



Gambar 2.3.1:5 Hubungan antara derajat kejenuhan dan derajat iringan; (hanya) untuk jalan dua-lajur, tak terbagi

2.4 KARAKTERISTIK GEOMETRIK

2.4.1. Tipe alinyemen

Tiga tipe alinyemen umum (lihat definisi pada Bagian 1.3) disarankan untuk digunakan dalam analisa operasional dan perancangan :

Tipe alinyemen	Naik + Turun (m/km)	Lengkung horisontal (rad/km)
Alinyemen datar	< 10	< 10
Alinyemen bukit	10 - 30	1,0 - 2,5
Alinyemen gunung	> 30	> 2,5

Untuk studi khusus jalan 2/2 UD, manual menyajikan juga kecepatan arus bebas sebagai fungsi umum dari alinyemen vertikal yang dinyatakan sebagai naik+turun (m/km) dan alinyemen horisontal yang dinyatakan sebagai lengkung (rad/km).

2.4.2. Tipe jalan

a) Jalan dua-lajur dua-arah tak terbagi (2/2 UD)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua-arah dengan lebar jalur sampai dengan 11 meter. Untuk jalan dua-arah yang lebih lebar daripada 11 meter, cara beroperasi jalan sesungguhnya selama kondisi arus tinggi harus diperhatikan sebagai dasar dalam pemilihan prosedur perhitungan untuk jalan dua-lajur atau empat-lajur tak-terbagi.

Keadaan dasar dari tipe jalan ini yang digunakan untuk menentukan kecepatan arus bebas dan kapasitas dicatat sebagai berikut:

- Lebar jalur lalu-lintas efektif tujuh meter
- Lebar efektif bahu 1,5 m pada masing-masing sisi (bahu tak diperkeras, tidak sesuai untuk lintasan kendaraan bermotor)
- Tidak ada median
- Pemisahan arah lalu-lintas 50 - 50
- Tipe alinyemen: Datar
- Guna lahan: Tidak ada pengembangan samping jalan
- Kelas hambatan samping: Rendah (L)
- Kelas fungsional jalan: Jalan arteri
- Kelas jarak pandang: A
  (Lihat definisi di Bagian 1.3)

b) Jalan empat-lajur dua-arah tak terbagi (4/2 UD)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua-arah tak terbagi dengan marka lajur untuk empat lajur dan lebar total jalur lalu-lintas tak terbagi antara 12 dan 15 meter.

Jalan standar dari tipe ini didefinisikan sebagai berikut:

- Lebar jalur lalu-lintas empat belas meter
- Lebar efektif bahu 1,5 m pada masing-masing sisi (bahu tak diperkeras, tidak sesuai untuk lintasan kendaraan bermotor)
- Tidak ada median
- Pemisahan arah lalu-lintas 50 - 50 %
- Tipe alinyemen: Datar
- Guna lahan: Tidak ada pengembangan samping jalan
- Kelas hambatan samping: Rendah (L)
- Kelas fungsional jalan: Jalan arteri
- Kelas jarak pandang: A

c) Jalan empat-lajur dua-arah terbagi (4/2 D)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua-arah dengan dua jalur lalu-lintas yang dipisahkan oleh median. Setiap jalur lalu-lintas mempunyai dua lajur bermarka dengan lebar antara 3,0 - 3,75 m.

Jalan standar dari tipe ini didefinisikan sebagai berikut:

- Lebar jalur lalu-lintas 2 x 7,0 m (tak termasuk lebar median)
- Lebar efektif bahu 2.0 m diukur sebagai lebar bahu dalam + bahu luar (lihat Gambar A.2:1 pada Bagian 3) untuk setiap jalur lalu-lintas (bahu tak diperkeras, tidak sesuai untuk lintasan lalu-lintas)
- Median
- Tipe alinyemen: Datar
- Guna lahan: Tidak ada pengembangan samping jalan
- Kelas hambatan samping: Rendah (L)
- Kelas fungsional jalan: Jalan arteri
- Kelas jarak pandang: A

d) Jalan enam-lajur dua-arah terbagi (6/2 D)

Jalan enam-lajur dua-arah dengan karakteristik umum sama sebagaimana diuraikan untuk 4/2 D di atas dapat juga dianalisa dengan menggunakan manual ini.

Standar tipe penampang melintang untuk semua tipe jalan dapat dilihat pada Tabel 2.5.2:1 di bawah ini.

2.5 PANDUAN REKAYASA LALU-LINTAS

2.5.1 Tujuan

Tujuan bagian ini adalah untuk membantu para pengguna manual dalam memilih penyelesaian yang sesuai dengan masalah-masalah umum perancangan, perencanaan, dan operasional dengan menyediakan saran-saran mengenai tipe dan denah standar jalan luar kota pada alinyemen datar, bukit dan gunung dan penerapannya pada berbagai kondisi arus. Disarankan untuk perencanaan **jalan luar kota baru** sebaiknya didasarkan pada analisa biaya siklus hidup dari perencanaan yang paling ekonomis pada arus lalu-lintas tahun dasar yang berbeda, lihat bagian 2.5.3b. Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar pemilihan asumsi awal tentang denah dan rencana yang diterapkan jika menggunakan metode perhitungan untuk ruas jalan luar kota seperti diterangkan pada Bagian 3 dari Bab ini.

Untuk analisa operasional dan peningkatan **jalan luar kota yang sudah ada**, saran diberikan dalam bentuk perilaku lalu-lintas sebagai fungsi arus pada keadaan standar, lihat Bagian 2.5.3c. Rencana dan bentuk pengaturan lalu-lintas harus dengan tujuan memastikan derajat kejenuhan tidak melebihi nilai yang dapat diterima (biasanya 0,75). Saran-saran juga diberikan mengenai masalah berikut yang berkaitan dengan **rencana detail** dan **pengaturan lalu-lintas**:

- Dampak perubahan rencana geometrik dan pengaturan lalu-lintas terhadap keselamatan lalu-lintas dan asap kendaraan.
- Rencana detail yang berkaitan dengan kapasitas dan keselamatan.
- Perlu tidaknya lajur pendakian pada kelandaian khusus.

2.5.2 Tipe jalan standar dan potongan melintang

"Spesifikasi Standar untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota" (Bina Marga, Bipran, Subdir. Perencanaan Teknis Jalan, Desember 1990) memberikan panduan umum perencanaan jalan luar kota. Usulan standar baru untuk jalan luar kota diberikan dalam "Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota" (Kelompok Bidang Keahlian Teknik Lalu-lintas dan Transportasi, 1995).

Dokumen ini menetapkan parameter perencanaan untuk kelas-kelas jalan yang berbeda, dan menetapkan tipe-tipe penampang melintang dalam batasan tertentu bekenaan dengan lebar jalan dan bahu. Sejumlah tipe penampang melintang standar dipilih untuk penggunaan dalam bagian panduan ini yang didasarkan pada standar-standar ini seperti terlihat pada Tabel 2.5.2:1 di bawah.

Semua penampang melintang dianggap mempunyai bahu berkerikil yang dapat digunakan untuk parkir dan kendaraan berhenti, tetapi bukan untuk lajur perjalanan.

Tipe jalan / kode	Kelas Jarak Pandang	Lebar jalan (m)	Lebar bahu (m)			
			Luar			Dalam
			Datar	Perbukitan	Pegunungan	
2/2 UD-5,0 *)	B	5,0	1,50	1,50	1,00	
2/2 UD-6 *)	B	6,0	1,50	1,50	1,00	
2/2 UD-7 *)	B	7,0	1,50	1,50	1,00	
2/2 UD-10	B	10,0	1,50	1,50	1,00	
4/2 UD-12	B	12,0	1,50	1,50	1,00	
4/2 UD-14	B	14,0	1,50	1,50	1,00	
4/2 D-12	A	12,0	1,75	1,75	1,25	0,25
4/2 D-14 *)	A	14,0	1,75	1,75	1,25	0,25
6/2 D-21	A	21,0	1,75	1,75	1,25	0,25

*) didefinisikan pada panduan perancangan yang ada (Spesifikasi Standar untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota)

Tabel 2.5.2:1 Definisi tipe penampang melintang jalan yang digunakan dalam panduan ini

2.5.3 Pemilihan tipe jalan dan penampang melintang

a) Hal umum

Dokumen standar jalan Indonesia yang dirujuk di atas menetapkan tipe jalan dan penampang melintang untuk jalan baru yang tergantung pada faktor-faktor berikut:

- Fungsi jalan (arteri, kolektor, lokal)
- Kelas jalan
- Tipe medan: datar, perbukitan, pegunungan

Untuk setiap kelas, jalur lalu-lintas standar, lebar bahu dan parameter alinyemen jalan dispesifikasikan dalam rentang tertentu. Manual ini memperhatikan tipe jalan, rencana geometrik dan tipe alinyemen, tetapi tidak memberi nama secara jelas tipe jalan yang berbeda dengan kode kelas jalan seperti terlihat di atas.

Tipe jalan dan penampang melintang tertentu dapat dipilih untuk analisa berdasarkan satu atau beberapa alasan berikut:

.1 Untuk menyesuaikan dengan dokumen standar jalan yang sudah ada dan/atau praktek rekayasa setempat.
.2 Untuk memperoleh penyelesaian yang paling ekonomis.
.3 Untuk memperoleh perilaku lalu-lintas tertentu.
.4 Untuk memperoleh angka kecelakaan yang rendah.

b) Pertimbangan ekonomi

Tipe jalan yang paling ekonomis (jalan umum atau jalan bebas hambatan) berdasarkan analisa biaya siklus hidup (BSH) ditunjukkan pada Bab 1 Bagian 5.2.1 c. Ambang arus lalu-lintas tahun ke-1 untuk rencana yang paling ekonomis jalan luar kota yang baru diberikan pada Tabel 2.5.3:1 di bawah sebagai fungsi dari tipe alinyemen dan kelas hambatan samping untuk dua hal yang berbeda:

1. Pembuatan jalan baru, dengan umur rencana 23 tahun
2. Pelebaran jalan yang ada, dengan umur rencana 10 tahun

Rentang arus lalu-lintas (jam puncak tahun 1) yang didapatkan, menentukan penampang melintang dengan biaya siklus hidup total terendah untuk pembuatan jalan baru atau pelebaran (peningkatan jalan) seperti terlihat pada Tabel 2.5.3:1-2 di bawah untuk berbagai tipe alinyemen.

Pembuatan Jalan Baru

Kondisi		Rentang ambang arus lalu-lintas dalam kend/jam Tahun ke-1 (jam puncak)								
		Tipe jalan/lebar jalur lalu-lintas (m)								
Tipe alinyemen	Hambatan Samping	2/2 UD				4/2 UD		4/2 D		6/2 D
		5,0 m	6 m	7 m	10 m	12 m	14 m	12 m	14 m	21 m
Datar	Rendah	< 300	250 - 300	300 - 450	450 - 550	450 - 550	550 - 650	650 - 950	800 - 1.250	> 1.450
Datar	Tinggi	< 300	200 - 300	250 - 350	350 - 500		450 - 500	500 - 700	700 - 1.250	> 1.450
Bukit / Gunung	Rendah	< 300	250 - 300	300 - 400	450 - 500	450 - 500	500 - 600	600 - 650	800 - 950	> 1.450
Bukit / Gunung	Tinggi	< 250	200 - 250	300 - 350	350 - 450		450 - 500	500 - 700	700 - 950	> 1.350

Tabel 2.5.3:1 Rentang arus lalu-lintas (jam puncak tahun 1) untuk memilih tipe jalan

Pelebaran Jalan

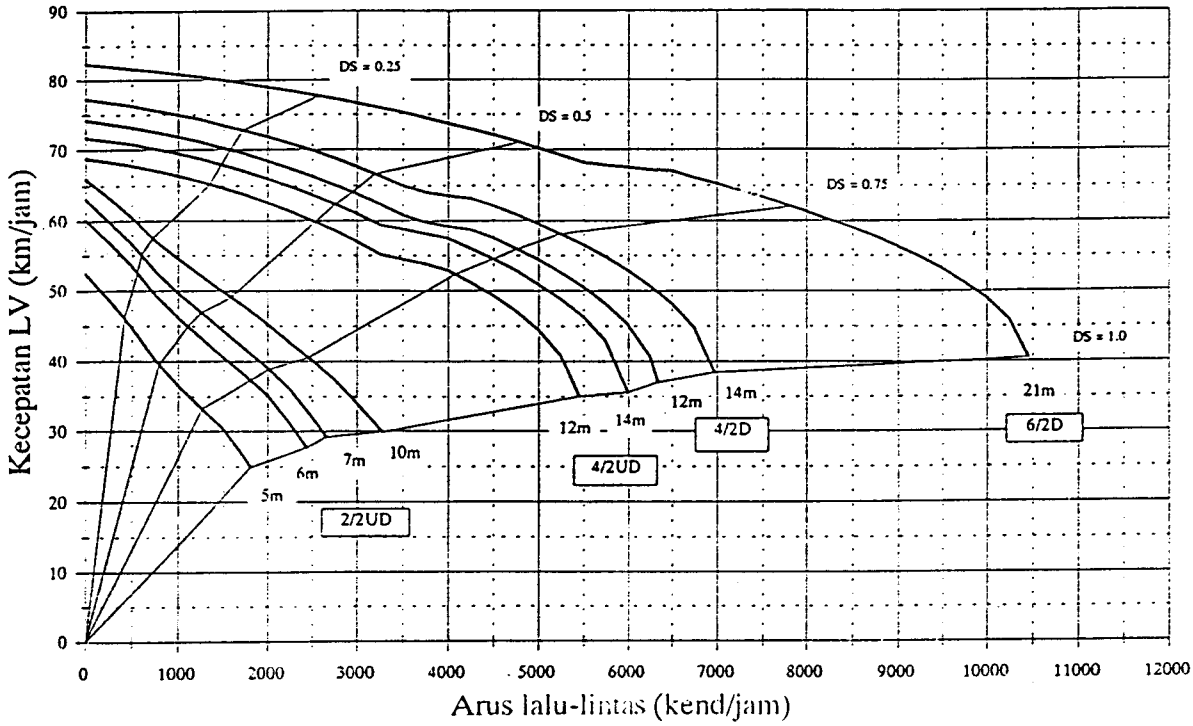
Kondisi		Ambang arus lalu-lintas dalam kend/jam tahun ke-1					
		Tipe jalan/pelebaran lebar jalur dari .. ke .. (m)					
Tipe alinyemen	Hambatan Samping	2/2 UD				4/2 UD	4/2 D
		5,0 ke 6	5,0 ke 7	6 ke 9	7 ke 10	7 ke 12	7 ke 14
Datar	Rendah	250	400	700	1.050	1.100	1.200
Datar	Tinggi	200	350	650	950	1.050	1.100
Bukit/Gunung	Rendah	200	350	650	950	1.050	1.100
Bukit/Gunung	Tinggi	150	300	550	850	950	1.050

Tabel 2.5.3:2 Rentang arus lalu-lintas (jam puncak tahun 1) untuk memilih tipe jalan

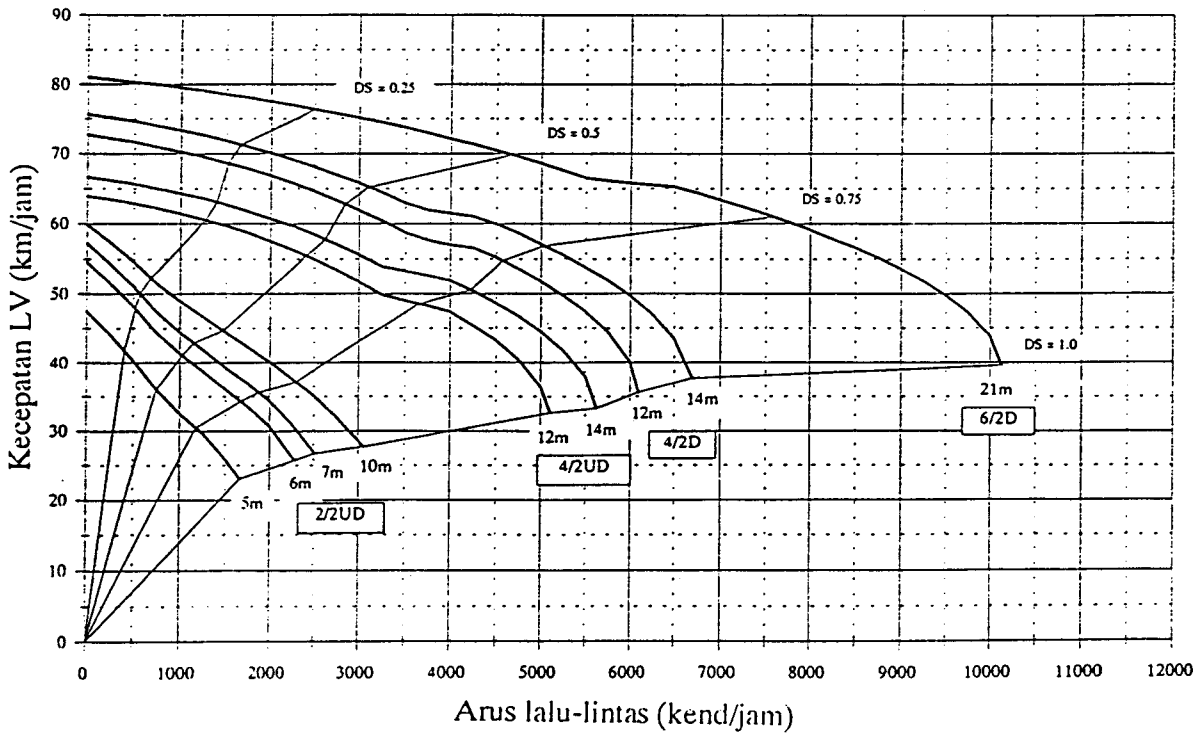
c) Perilaku lalu-lintas

Dalam **perencanaan dan analisis operasional (untuk meningkatkan) ruas jalan luar kota yang sudah ada**, tujuannya sering untuk membuat perbaikan kecil terhadap geometri jalan di dalam mempertahankan perilaku lalu-lintas yang diinginkan. Gambar 2.5.3:1-3 menggambarkan hubungan antara kecepatan kendaraan ringan rata-rata (km/jam) dan arus lalu-lintas total (kedua arah) jalan luar kota pada alinyemen datar, bukit, dan gunung dengan hambatan samping rendah atau tinggi. Hasilnya menunjukkan rentang perilaku lalu-lintas masing-masing tipe jalan, dan dapat digunakan sebagai sasaran perancangan atau alternatif anggapan, misalnya dalam analisa perencanaan dan operasional untuk meningkatkan ruas jalan yang sudah ada. Dalam hal seperti ini, perlu diperhatikan untuk tidak melewati derajat kejenuhan 0,75 pada jam puncak tahun rencana. Lihat juga Bagian 4.2 tentang analisa perilaku lalu-lintas untuk tujuan perancangan.

Datar, hambatan samping rendah

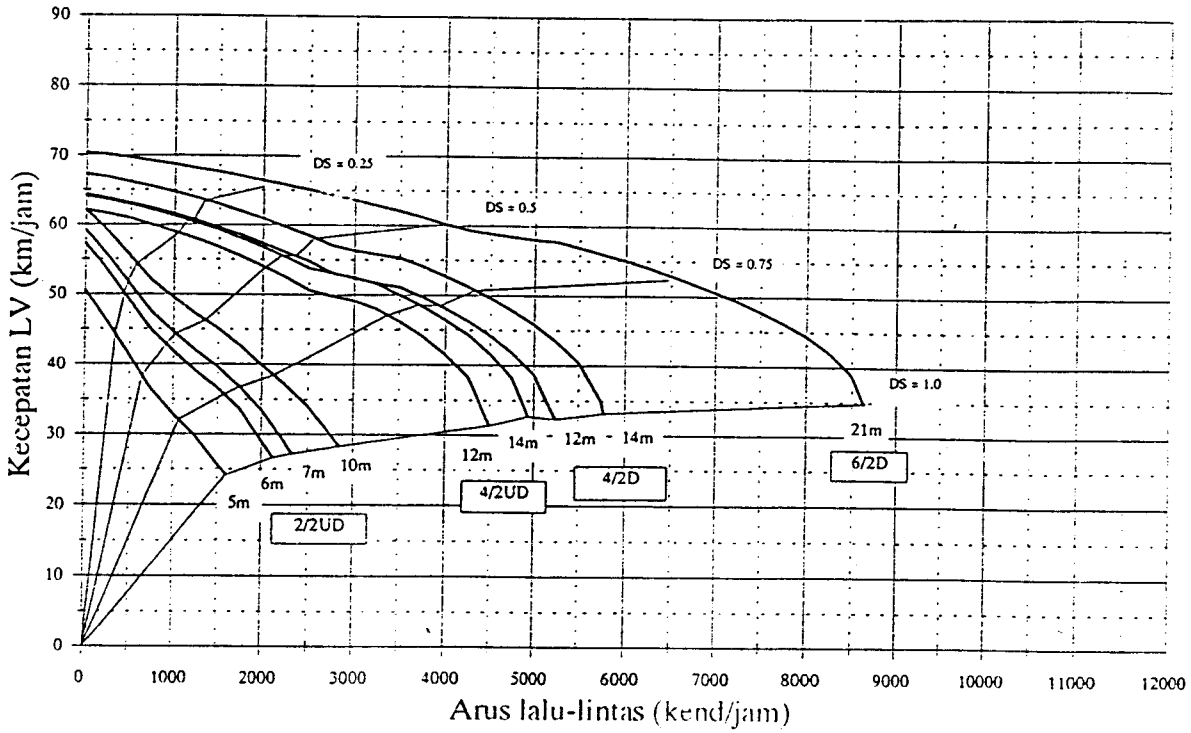


Datar, hambatan samping tinggi

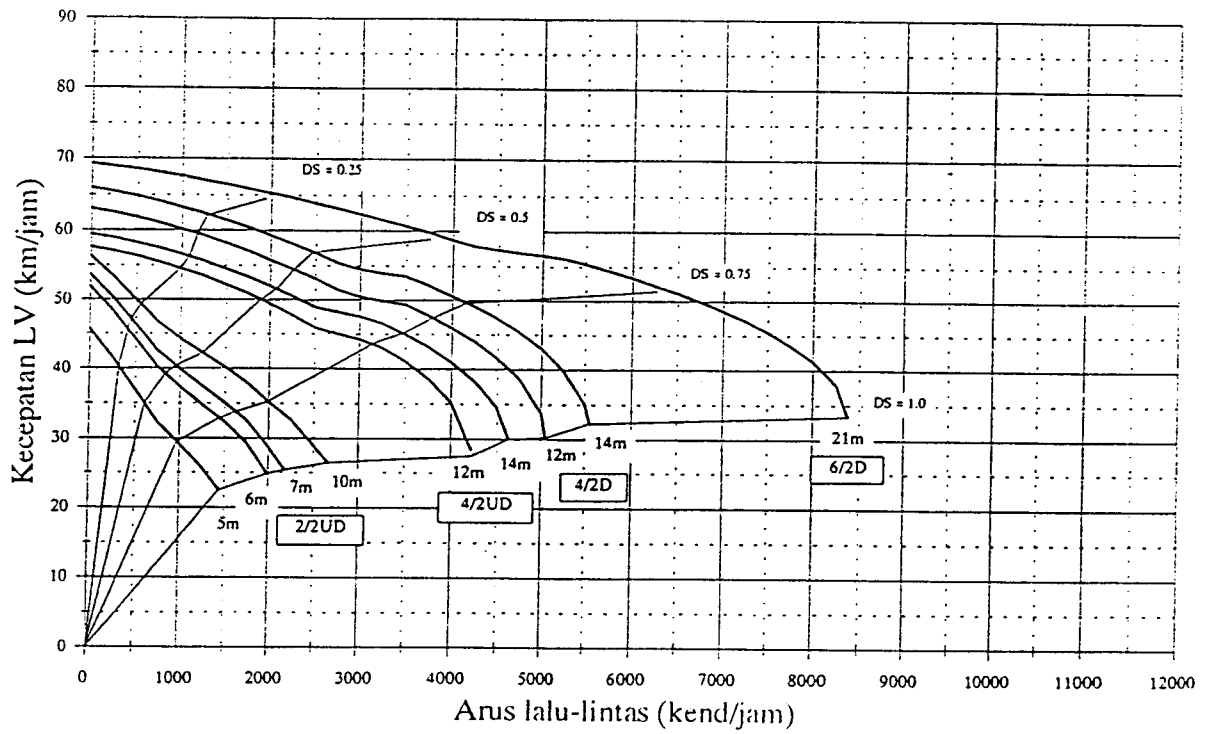


Gambar 2.5.3:1 Perilaku lalu-lintas pada jalan luar kota datar
DS = derajat kejenuhan; LV = kendaraan ringan

Bukit, hambatan samping rendah

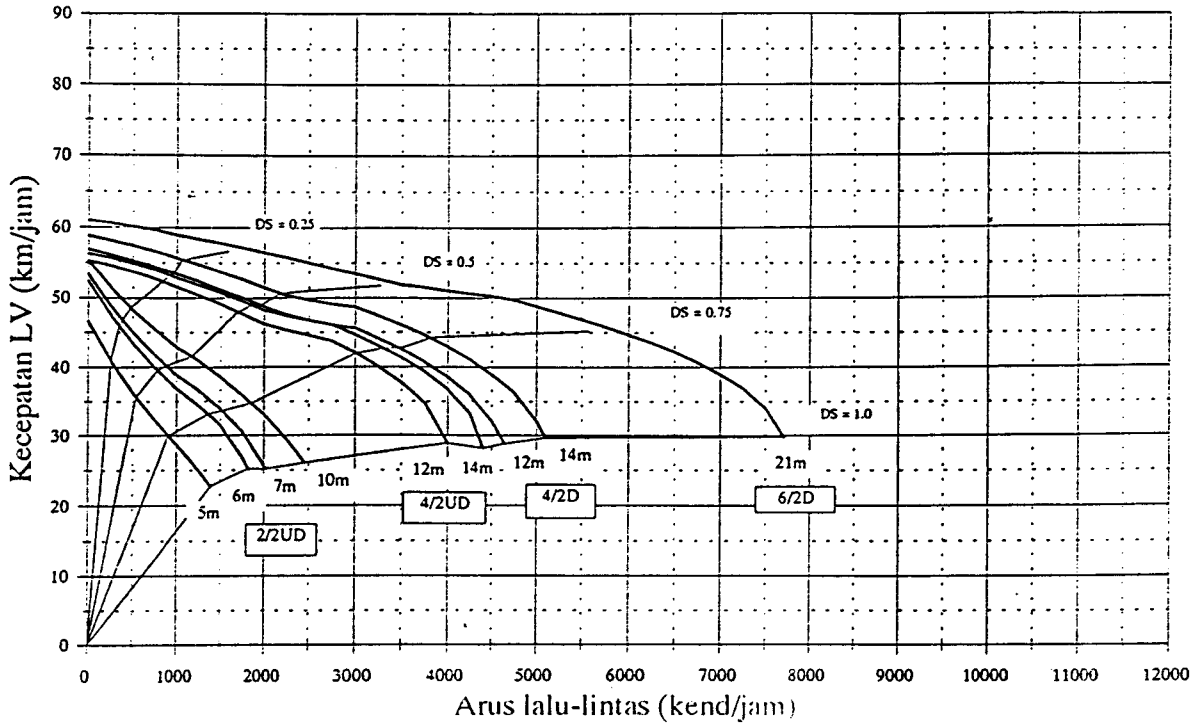


Bukit, hambatan samping tinggi

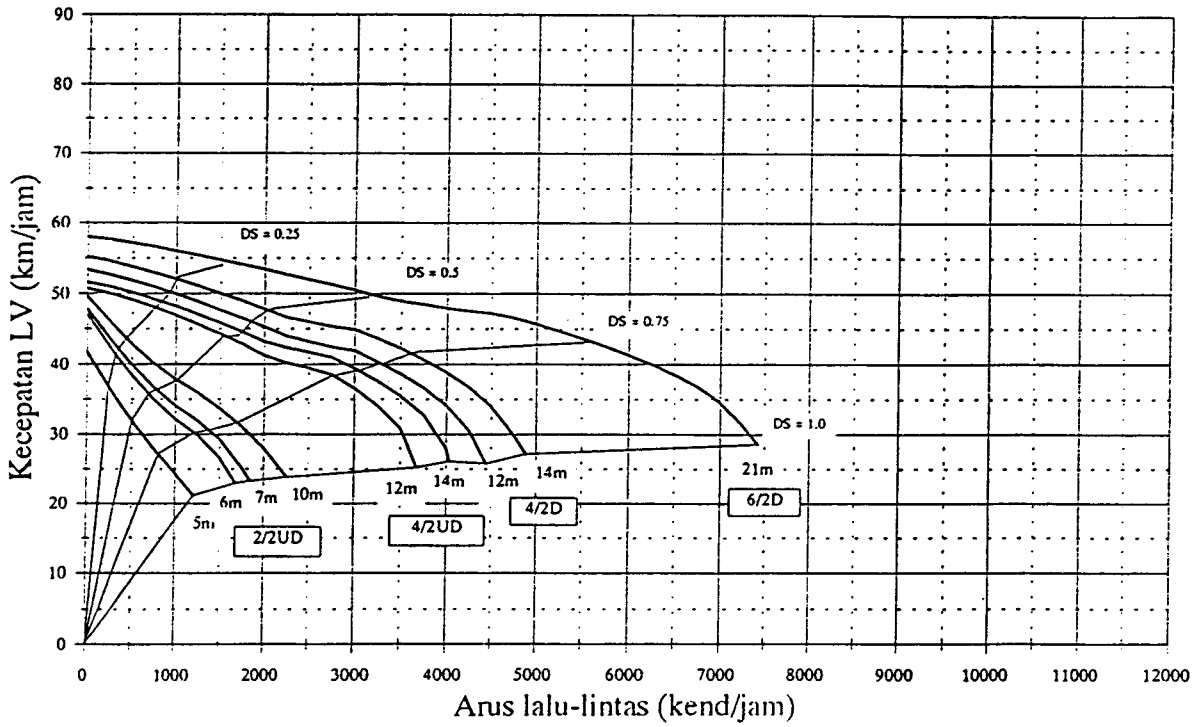


Gambar 2.5.3:2 Perilaku lalu-lintas pada jalan luar kota bukit
DS = derajat kejenuhan; LV = kendaraan ringan

Gunung, hambatan samping rendah



Gunung, hambatan samping tinggi



Gambar 2.5.3:1 Perilaku lalu-lintas pada jalan luar kota gunung
DS = derajat kejenuhan; LV = kendaraan ringan

d) Pertimbangan keselamatan lalu-lintas

Tingkat kecelakaan lalu-lintas untuk jalan luar kota telah diestimasi dari data statistik kecelakaan di Indonesia seperti telah diterangkan pada Bab I (Pendahuluan).

Pengaruh umum dari rencana geometrik terhadap tingkat kecelakaan dijelaskan sebagai berikut :

- Pelebaran lajur akan mengurangi tingkat kecelakaan antara 2 - 15% per meter pelebaran (nilai yang besar mengacu ke jalan kecil/sempit).
- Pelebaran atau peningkatan kondisi permukaan bahu meningkatan keselamatan lalu-lintas, meskipun mempunyai tingkat yang lebih rendah dibandingkan dengan pelebaran lajur lalu-lintas.
- Lajur pendakian pada kelandaian curam mengurangi tingkat kecelakaan sebesar 25 - 30%.
- Lajur menyalip (lajur tambahan untuk menyalip pada daerah datar) mengurangi tingkat kecelakaan sebesar 15 - 20 %.
- Meluruskan tikungan tajam setempat mengurangi tingkat kecelakaan sebesar 25 - 60 %.
- Pemisah tengah mengurangi tingkat kecelakaan sebesar 30 %.
- Median penghalang (digunakan jika terdapat keterbatasan ruang untuk membuat pemisah tengah yang lebar) mengurangi kecelakaan fatal dan luka berat sebesar 10-30%, tetapi menambah kecelakaan yang mengakibatkan kerusakan material.

Batas kecepatan, jika dilaksanakan dengan baik, dapat mengurangi tingkat kecelakaan sebesar faktor $(V_{sesudah}/V_{sebelum})^2$.

e) Pertimbangan lingkungan

Emisi gas buangan kendaraan dan kebisingan berhubungan erat dengan arus lalu-lintas dan kecepatan. Pada arus lalu-lintas yang tetap, emisi ini berkurang dengan berkurangnya kecepatan sepanjang jalan tersebut tidak macet. Saat arus lalu-lintas mendekati kapasitas (derajat kejenuhan > 0,8), kondisi arus tersendat "berhenti dan berjalan" yang disebabkan oleh kemacetan menyebabkan bertambahnya emisi gas buangan dan juga kebisingan jika dibandingkan dengan kinerja lalu-lintas yang stabil.

Alinyemen jalan yang tidak baik, seperti tikungan tajam dan kelandaian curam, menambah emisi gas buangan dan kebisingan.

2.5.4 Rencana detail

Lihat Bagian 2.5.2 di atas mengenai daftar referensi untuk perencanaan geometrik secara detail. Jika standar-standar ini diikuti, jalan yang aman dan efisien biasanya akan diperoleh. Sebagai prinsip umum, kondisi berikut ini harus dipenuhi :

- Standar jalan harus sedapat mungkin tetap sepanjang rute.
- Bahu jalan harus rata dan sama tinggi dengan jalur lalu-lintas sehingga dapat digunakan oleh kendaraan berhenti.

- Halangan seperti tiang listrik, pohon, dll. sebaiknya tidak terletak di bahu jalan, halangan lebih disukai jika terletak jauh di luar bahu untuk kepentingan keselamatan.

- Persimpangan dengan jalan kecil (minor) dan jalan masuk/keluar ke sisi jalan harus dibuat tegak lurus terhadap jalan utama, dan hindari terletak pada lokasi dengan jarak pandang yang buruk.

2.5.5 Kelandaian khusus

Pada jalan dua lajur, dua arah tak-terbagi (2/2 UD) pada alinyemen bukit dan gunung dengan ruas tanjakan yang panjang, akan menguntungkan jika menambah lajur pendakian untuk menaikkan kondisi lalu-lintas yang aman dan efisien. Tujuan bagian ini adalah untuk menolong pengguna manual untuk memilih penyelesaian terbaik bagi masalah perencanaan dan operasional jalan luar kota dengan kelandaian khusus.

a) Standar tipe jalan dan penampang melintang

Panduan umum untuk perencanaan jalan luar kota yang dipublikasikan oleh Bina Marga (lihat bagian 2.5.2) juga menetapkan kriteria bagi penggunaan lajur pendakian. Sejumlah penampang melintang standar yang digunakan dalam panduan ini didasarkan pada standar-standar ini dan terlihat pada Tabel 2.5.5:1.

Tipe jalan / kode	Kelas jarak pandang	Lebar jalur lalu-lintas (m)		Lebar bahu (m)
		Tanjakan	Turunan	
2/2 UD	A	3,5	3,5	1,0
2/2 UD Lajur pendakian	A	6,0	3,5	1,0

Tabel 2.5.5:1 Penampang melintang kelandaian khusus yang dianalisa

b) Pemilihan tipe jalan dan penampang melintang

Panduan berikut untuk menentukan kapan lajur pendakian dapat dibenarkan secara ekonomis yang dibuat berdasarkan analisa biaya siklus hidup.

Panjang	Ambang arus lalu-lintas (kend/jam) tahun 1, jam puncak		
	Kelandaian		
	3 %	5 %	7 %
0,5 km	500	400	300
≥ 1 km	325	300	300

Tabel 2.5.5:2 Ambang arus lalu-lintas (tahun 1, jam puncak) untuk lajur pendakian pada kelandaian khusus di jalan luar kota dua lajur dua arah (umur rencana 23 tahun)

2.6 RINGKASAN PROSEDUR PERHITUNGAN

Bagan alir prosedur perhitungan untuk analisa operasional dan perencanaan diberikan pada Gambar 2.6:1 di bawah. Berbagai langkah tersebut diuraikan langkah demi langkah secara rinci dalam Bagian 3.

Formulir-formulir berikut digunakan untuk perhitungan.

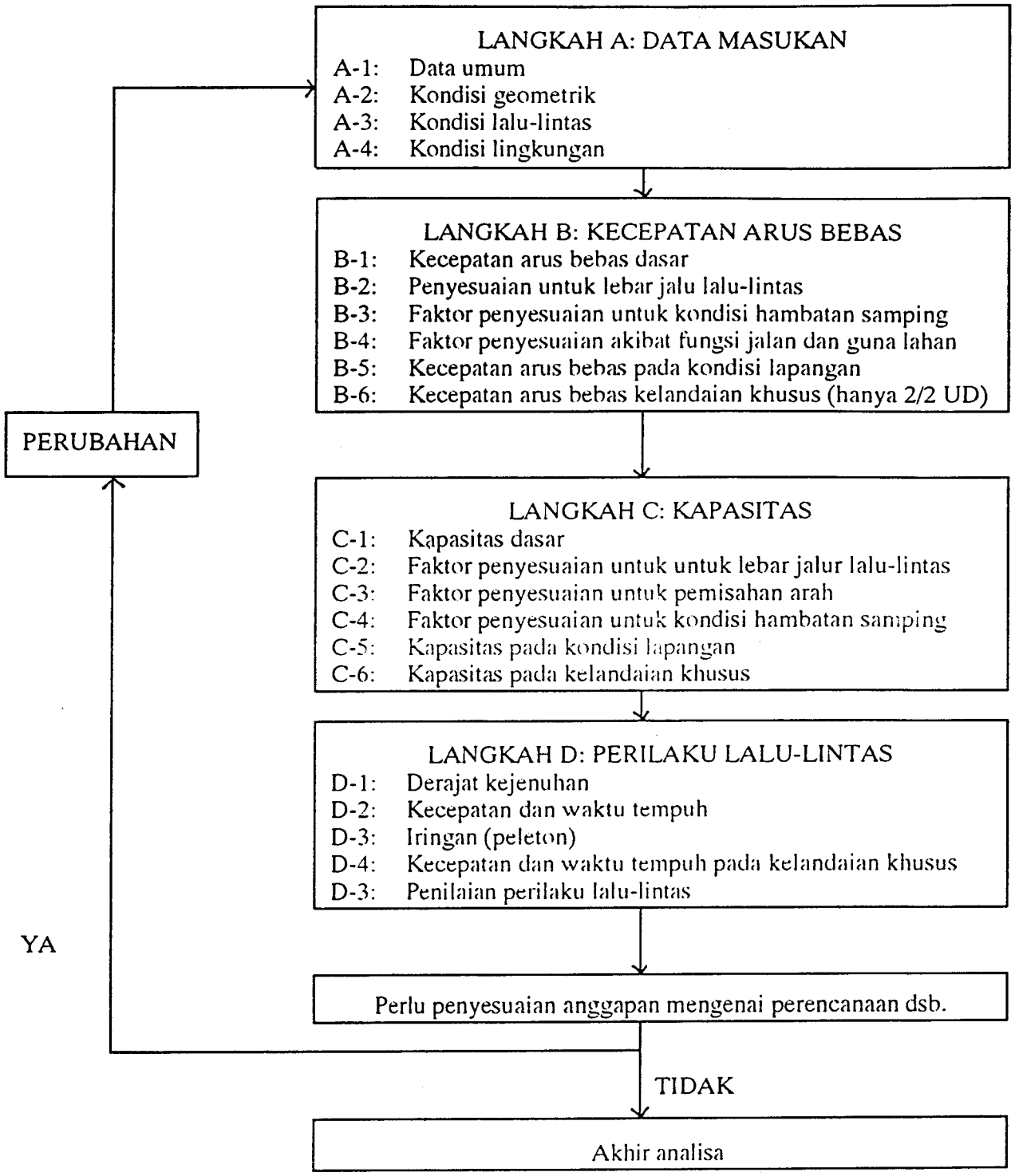
IR-1 Data masukan:
- Kondisi umum
- Geometri jalan

IR-2 Data masukan (lanjutan):
- Arus dan komposisi lalu-lintas
- Hambatan samping

IR-3 Analisa untuk segmen jalan umum:
- Kecepatan arus bebas
- Kapasitas
- Kecepatan
- Derajat iringan

IR-3 SPEC Analisa untuk kelandaian khusus
- Kecepatan arus bebas
- Kapasitas
- Kecepatan menanjak

Perhatikan bahwa Langkah B, C dan D (lihat Gambar 2.6:1) pada jalan terbagi dikerjakan terpisah untuk masing-masing arah.



Gambar 2.6:1 Ringkasan prosedur perhitungan untuk analisa operasional dan perencanaan.

3. PROSEDUR PERHITUNGAN UNTUK ANALISA OPERASIONAL DAN PERENCANAAN

Sasaran dari analisa operasional untuk segmen jalan tertentu, dengan kondisi geometrik, lalu-lintas dan lingkungan yang ada atau yang dituju, dapat berupa satu atau seluruh dari:

- untuk menentukan kapasitas;
- untuk menentukan derajat kejenuhan lalu-lintas sekarang atau yang akan datang;
- untuk menentukan kecepatan yang berlaku di jalan tersebut;
  (Hanya untuk 2/2 UD: - ditambah dengan)
- untuk menentukan derajat iringan yang akan berlaku di jalan tersebut.

Sasaran utama dari analisa perencanaan adalah untuk menentukan lebar jalan yang diperlukan untuk mempertahankan perilaku lalu-lintas yang dikehendaki. Ini dapat berarti lebar jalur lalu-lintas atau jumlah lajur, tetapi dapat juga untuk memperkirakan pengaruh dari perubahan perencanaan, seperti apakah membuat median atau meningkatkan bahu jalan. Prosedur perhitungan yang digunakan untuk analisa operasional dan untuk perencanaan adalah sama, dan mengikuti prinsip yang dijelaskan pada Bagian 2.2 .

Bab ini memuat instruksi langkah demi langkah yang dikerjakan untuk analisa operasional atau perencanaan, dengan menggunakan Formulir IR-1, IR-2, IR-3 dan IR-3 SPEC. Formulir kosong untuk di-fotocopy diberikan dalam Lampiran 6:1.

LANGKAH A: DATA MASUKAN

LANGKAH A-1: DATA UMUM

a) Penentuan segmen

Bagilah jalan dalam segmen-segmen. Segmen jalan didefinisikan sebagai suatu panjang jalan yang mempunyai karakteristik yang serupa pada seluruh panjangnya. Titik di mana karakteristik jalan berubah secara berarti menjadi batas segmen. Setiap segmen dianalisa secara terpisah. Jika beberapa alternatif (keadaan) geometrik sedang diteliti untuk suatu segmen, masing-masing diberi kode khusus dan dicatat dalam formulir data masukan yang terpisah (IR-1 dan IR-2). Formulir analisa yang terpisah (IR-3 dan jika perlu IR-3SPEC) juga digunakan untuk masing-masing keadaan. Jika periode waktu terpisah harus dianalisa, maka nomer terpisah harus diberikan untuk masing-masing keadaan, dan harus digunakan formulir data masukan dan analisa yang terpisah.

Segmen jalan yang sedang dipelajari harus tidak terpengaruh oleh simpang utama atau simpang susun yang mungkin mempengaruhi kapasitas dan kinerjanya.

Segmen dapat dibedakan dalam alinyemen biasa (keadaan biasa) dan 'kelandaian khusus', lihat b) di bawah.

b) Kelandaian khusus

Pada tahap ini harus ditentukan apakah ada bagian jalan yang merupakan kelandaian khusus yang memerlukan analisa operasional terpisah. Hal ini dapat terjadi apabila terdapat satu atau lebih kelandaian menerus sepanjang jalan yang menyebabkan masalah kapasitas atau kinerja yang berat dan di mana perbaikan untuk mengurangi masalah ini sedang dipertimbangkan (misalnya pelebaran atau penambahan lajur pendakian). Masing-masing kelandaian dapat dijadikan segmen terpisah dan masing-masing dianalisa sendiri dengan prosedur untuk 'analisa kelandaian khusus', yang diberikan di bawah. Segmen adalah dari bagian bawah kelandaian sampai pundaknya. Umumnya, kelandaian khusus tidak kurang dari 400m tetapi tidak mempunyai batasan panjangnya. Bagaimanapun, segmen kelandaian khusus harus merupakan tanjakan **menerus** (turunan pada arah yang berlawanan) yaitu tanpa bagian datar atau menurun, dan harus mempunyai kelandaian paling sedikit **rata-rata** 3 persen untuk seluruh segmen: kelandaian tidak perlu konstan sepanjang seluruh segmennya. Kelandaian pendek (sampai sekitar 1 km panjang) biasanya hanya akan dianalisa terpisah jika sangat curam, sedangkan kelandaian yang lebih panjang mungkin memerlukan analisa terpisah sekalipun kurang curam, karena efek pengurangan kecepatan yang terus menerus, khususnya pada kendaraan berat.

Meskipun suatu kelandaian curam menyebabkan masalah kapasitas dan kinerja yang penting, tidaklah digolongkan 'kelandaian khusus' jika satu atau seluruh dari kondisi berikut berlaku:

- hanya diperlukan analisa perancangan, bukan analisa operasional;
- jika tidak ada niat untuk mempertimbangkan penyesuaian rencana geometrik untuk mengurangi pengaruh kelandaian;
- jika lengkung **horisontal** cukup besar untuk menyebabkannya, pada pendapat ahli, menjadi penentu utama tunggal dari kapasitas dan kinerja, dan bukan kelandaian.

Dalam hal-hal tersebut diatas segmen tidak dianggap sebagai segmen 'kelandaian khusus' terpisah dan kelandaian dimasukkan pada analisa umum segmen yang lebih panjang di mana segmen tersebut merupakan bagiannya, dengan karakteristik kelandaian ditentukan dari tipe alinyemennya.

c) Data pengenalan segmen

Isikan data umum berikut pada bagian atas dari Formulir IR-1:

- Tanggal (hari,bulan,tahun) dan 'dikerjakan oleh' (masukkan nama anda).
- Propinsi di mana segmen tersebut terletak.
- Nomer ruas (Bina Marga)
- Kode segmen (mis. Km 3.250-4.750)
- Segmen antara . . . (mis. Lembang dan Ciater)
- Kelas administratif jalan (Nasional, Propinsi atau Kabupaten)
- Tipe jalan: misalnya:

  Empat-lajur dua-arah terbagi: 4/2 D
  Empat-lajur dua-arah tak terbagi: 4/2 UD
  Dua-lajur dua-arah tak terbagi: 2/2 UD
  Dua-lajur satu-arah: 2/1 (dianalisa seolah-olah merupakan satu arah dari suatu jalan terbagi)

- Panjang segmen (mis. 1,5 km)
- Kelas fungsional jalan (Arteri, Kolektor atau lokal)
- Periode waktu yang dianalisa (mis. Tahun 2000, jam sibuk pagi)
- Nomor soal (mis. A2000:1)

LANGKAH A-2: KONDISI GEOMETRIK

a) Alinyemen horisontal dan pengembangan di samping jalan

Buatlah sketsa dari segmen jalan menggunakan ruang yang tersedia pada Formulir IR-1. Pastikan untuk meliputi informasi berikut:

- Arah panah yang menunjukkan Utara
- Patok kilometer atau benda lain yang digunakan untuk mengenali lokasi segmen jalan tersebut.
- Sketsa alinyemen horisontal segmen jalan tsb.
- Arah panah yang menunjukkan Arah 1 (biasanya ke Utara - atau Timur) dan arah 2 (biasanya ke Selatan atau Barat)
- Nama tempat yang dilalui/dihubungkan oleh segmen jalan
- Bangunan utama atau bangunan samping jalan lain dan tata guna lahan.
- Simpang-simpang dan tempat masuk ke/keluar dari lahan di samping jalan.
- Marka jalan seperti garis-tengah, garis menerus, marka lajur, marka sisi perkerasan dan sebagainya.

Masukkan informasi berikut ke dalam kotak di bawah gambar:

- Lengkung horisontal dari segmen yang dipelajari (radian/km) (jika tersedia)
- Persentase segmen jalan pada masing-masing sisi (A dan B) dengan suatu macam pengembangan samping jalan (pertanian, perumahan, pertokoan dsb),dan persentase rata-rata lahan yang sudah berkembang pada kedua sisi segmen jalan yang dipelajari.

b) Kelas jarak pandang

Kedalam kotak yang sesuai di bawah sketsa alinyemen horisontal, masukkan persentase panjang segmen yang berjarak pandang minimum 300 m (jika tersedia). Dari informasi ini Kelas Jarak Pandang (KJP) dapat ditentukan sebagaimana ditunjukan dalam Tabel A-2:1 di bawah, atau dapat diperkirakan dengan taksiran teknis (jika ragu gunakan nilai normal (patokan) = B). Masukkan hasil KJP ke dalam kotak di bawah sketsa alinyemen horisontal pada Formulir IR-1.

Kelas jarak pandang	% segmen dengan jarak pandang minimum 300 m
A	> 70%
B	30 - 70%
C	< 30%

Tabel A-2:1 Kelas jarak pandang

Catatan: Jarak pandang berhubungan dengan jarak pandang menyalip yang diukur dari tinggi mata pengemudi (1,2m) ke tinggi kendaraan penumpang yang datang (1,3m).

c) Alinyemen vertikal

Buatlah sketsa penampang vertikal jalan dengan skala memanjang yang sama dengan alinyemen horisontal diatasnya. Tunjukkan kelandaian dalam % jika tersedia. Masukkan informasi tentang naik+turun total dari segmen (m/km) jika tersedia. Jika segmen merupakan kelandaian khusus, isikan keterangan tentang kelandaian rata-rata dan panjang kelandaian.

d) Tipe alinyemen

Tentukan tipe alinyemen umum dari Tabel A-2:2 dengan menggunakan informasi tercatat untuk lengkung horisontal (rad/km) dan naik serta turun vertikal (m/km), dan masukkan hasilnya dengan melingkari tipe alinyemen yang sesuai (datar, bukit, atau gunung) pada formulir.

Tipe alinyemen	Naik + turun (m/km)	Lengkung horisontal (rad/km)
Datar	< 10	< 1,0
Bukit	10 - 30	1,00 - 2,5
Gunung	> 30	> 2,5

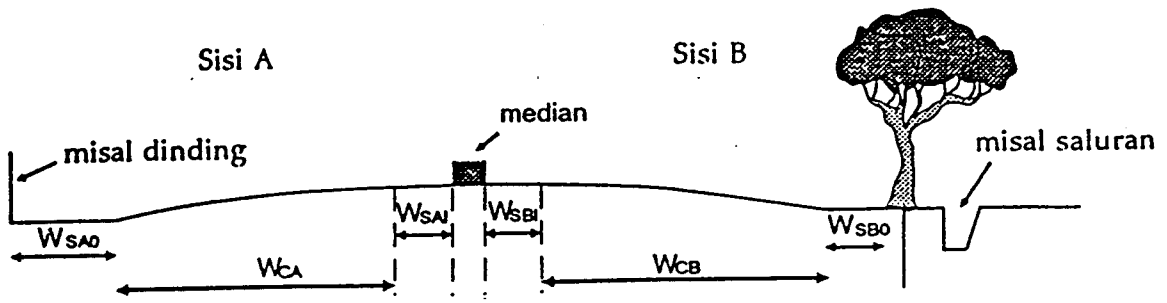
Tabel A-2:2 Tipe alinyemen umum

Jika lengkung horisontal dan nilai naik + turun dari ruas yang diteliti tidak sesuai dengan penggolongan alinyemen umum pada Tabel A-2:2, maka tidak ada tipe alinyemen umum yang dipilih (Tabel B-1:2 akan dipergunakan untuk menentukan kecepatan arus bebas). Jika data alinyemen tidak ada, gunakan penggolongan tipe medan (Bina Marga, IRMS) atau pengamatan visual untuk memilih tipe alinyemen umum.

e) Penampang lintang jalan

Buatlah sketsa penampang lintang jalan rata-rata dan tunjukkan lebar jalur lalu-lintas, lebar median, lebar bahu dalam dan luar tak terhalang (jika jalan terbagi), penghalang samping jalan seperti pohon, saluran, dan sebagainya. Perhatikan bahwa sisi A dan Sisi B ditentukan oleh garis referensi penampang melintang pada sketsa alinyemen horisontal.

Jalan dengan bahu dan median:



W_{CA}, W_{CB}: Lebar jalur lalu-lintas;
W_{SAO} : Lebar bahu luar sisi A dst;
W_{SAI} : Lebar bahu dalam sisi A dst;

Gambar A-2:1 Gambaran istilah geometrik yang digunakan untuk jalan terbagi

Isikan lebar efektif rata-rata lajur lalu-lintas untuk sisi A dan sisi B pada tempat yang tersedia dalam Tabel dibawah sketsa. Isikan juga lebar bahu efektif W_S = lebar rata-rata bahu untuk jalan dua lajur tak terbagi, W_S = jumlah bahu luar dan dalam per arah untuk jalan terbagi dan W_S = jumlah lebar dan bahu kedua sisi untuk jalan satu arah seperti di bawah:

Jalan tak terbagi: $W_S = (W_{SA} + W_{SB})/2$

Jalan terbagi: Arah 1: $W_{S1} = W_{SAO} + W_{SAI}$; Arah 2: $W_{SBO} + W_{SBI}$

Jalan satu arah: $W_S = W_{SA} + W_{SB}$

f) Kondisi permukaan jalan

Isikan keterangan berikut:

Jalur-(jalur) lalu-lintas:

- Jenis permukaan (lingkari jawaban yang sesuai).
- Kondisi permukaan (lingkari jawaban yang sesuai, dan catat nilai IRI jika tersedia.)

Bahu jalan: (Bagian dalam (median) dan luar (sisi jalan) jika jalan terbagi)

- Jenis perkerasan
- Beda tinggi rata-rata (perbedaan antara permukaan) antara jalur lalu-lintas dan bahu.
- Penggunaan bahu digolongkan dalam: dapat digunakan lalu-lintas, parkir, atau untuk berhenti darurat saja.

Petunjuk berikut digunakan untuk penggolongan dibawah:

Lalu-lintas: Lebar bahu $\geq$ 2 m dan mempunyai mutu perkerasan yang sama seperti jalur lalu-lintasnya dan tanpa beda tinggi permukaan.

Parkir: Bahu dengan mutu perkerasan lebih rendah atau perkerasan kerikil dengan lebar $\geq$ 1,5 m dan sedikit beda tinggi permukaan.

Darurat: Bahu dengan permukaan buruk, dan/atau dengan beda tinggi yang besar terhadap jalur lalu-lintas sehingga tidak nyaman untuk masuk. (> 10 cm)

Jika bahu mempunyai jenis perkerasan dan pondasi yang sama dengan jalur lalu-lintas, dan tanpa beda tinggi terhadap jalur lalu-lintas (lihat pada Kondisi permukaan jalan di bawah), lebar bahu yang diperkeras harus ditambahkan pada lebar jalur lalu-lintas jika menghitung lebar efektif jalur lalu-lintas dalam tabel penampang melintang dalam Formulir IR-1. Secera konsekuen lebar yang sama juga harus dikurangkan dari lebar bahu jika perhitungan lebar bahu efektif dilakukan dalam tabel yang sama.

Analisa ini menganggap bahwa jalur lalu-lintas diperkeras dan dalam kondisi sedang sampai baik. Oleh karena itu manual ini tidak sesuai untuk meramal kecepatan pada jalan dengan perkerasan yang buruk (IRI >6), atau untuk jalan kerikil.

g) Kondisi pengaturan lalu-lintas

Isikan keterangan tentang tindakan pengaturan lalu-lintas yang diterapkan pada segmen jalan yang dipelajari seperti:

- Batas kecepatan (km/jam);
- Larangan parkir dan berhenti;
- Pembatasan terhadap jenis kendaraan tertentu;
- Pembatasan kendaraan dengan berat dan/atau beban gandar tertentu;
- Alat pengatur lalu-lintas/peraturan lainnya.

LANGKAH A-3: KONDISI LALU-LINTAS

Gunakan formulir IR-2 untuk mencatat dan mengolah data masukan mengenai arus dan komposisi lalu-lintas. Untuk kelandaian khusus harap langsung ke b).

a) Arus dan Komposisi lalu-lintas untuk alinyemen umum

a.1) Tentukan arus jam perencanaan dalam kendaraan/jam

Dua alternatif diberikan di bawah, tergantung pada banyaknya rincian masukan yang tersedia. Alternatif B sebaiknya diikuti bila mungkin.

A : Hanya tersedia data LHRT, Pemisahan dan komposisi lalu-lintas

.1 Masukkan data masukan berikut pada kotak yang sesuai dalam Formulir IR-2:
- LHRT (kend/hari) untuk tahun penelitian/kejadian
- Faktor-k (rasio antara arus jam rencana dan LHRT; nilai normal k = 0,11)
- Pemisahan arah SP (Arah.1/Arah.2, Nilai normalnya 50/50 %)

.2 Hitung arus jam perencanaan (Q_{DH} = LHRT × k × SP/100) untuk masing-masing arah dan total (1+2). Masukkan hasilnya ke dalam Tabel untuk data arus menurut jenis dan jurusan perjam, Kolom 13 Baris 3, 4 dan 5.

.3 Masukkan komposisi lalu-lintas dalam kotak (Nilai normal LV:57%, MHV 23%, LB 7%, LT 4%, MC 9% berdasar pada kend/jam) dan hitung jumlah kendaraan untuk masing-masing tipe dan arah dengan mengalikan dengan arus rencana pada Kolom 13. Masukkan hasilnya pada Kolom 2,4,6,8 dan 10 dalam Baris 3,4 dan 5.

B: Data arus lalu-lintas menurut jenis dan jurusan tersedia

.1 Masukkan nilai arus lalu-lintas jam rencana (Q_{DH}) dalam kend/jam untuk setiap tipe kendaraan dan jurusan ke dalam Kolom 2,4,6,8 dan 10; Baris 3,4 dan 5. Jika arus yang diberikan adalah dua jurusan (1+2) masukkan nilai arus pada Baris 5, dan masukkan distribusi arah yang diberikan (%) pada Kolom 12, Baris 3 dan 4. Kemudian hitung arus masing-masing tipe kendaraan untuk masing-masing arah dengan mengalikan nilai arus pada Baris 5 dengan distribusi arah pada Kolom 12, dan masukkan hasilnya pada Baris 3 dan 4.

a.2) Tentukan ekivalensi mobil penumpang (emp)

Ekivalensi kendaraan penumpang (emp) untuk Kendaraan Berat Menengah (MHV), Bus Besar (LB), Truk Besar (LT) (termasuk Truk kombinasi) dan Sepeda Motor diberikan dalam Tabel A-3:1 s/d 3 dibawah, sebagai fungsi tipe jalan, tipe alinyemen (Formulir IR-1) dan arus lalu-lintas (kend/jam). Untuk jalan 2/2 UD, emp sepeda motor tergantung juga kepada lebar jalur lalu-lintas. Untuk Kendaraan Ringan (LV) emp selalu 1.0. Arus kendaraan tak bermotor (UM) dicatat pada Formulir IR-2 sebagai komponen hambatan (kendaraan lambat). Tentukan emp masing-masing tipe kendaraan dari tabel yaitu dengan interpolasi arus lalu-lintasnya, atau menggunakan diagram pada Gambar A 3:1-2. Masukkan hasilnya ke dalam Formulir IR-2, Tabel data penggolongan arus lalu-lintas perjam, Baris 1.1 dan 1.2 (untuk jalan tak-terbagi emp sama pada kedua jurusan, untuk jalan terbagi dengan arus yang tidak seimbang emp mungkin berbeda).

JALAN DUA-LAJUR DUA-ARAH TAK TERBAGI (2/2UD)

Tipe alinyemen	Arus total (kend./jam)	emp					
		MHV	LB	LT	MC		
					Lebar jalur lalu-lintas(m)		
					< 6m	6 - 8m	> 8m
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥ 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

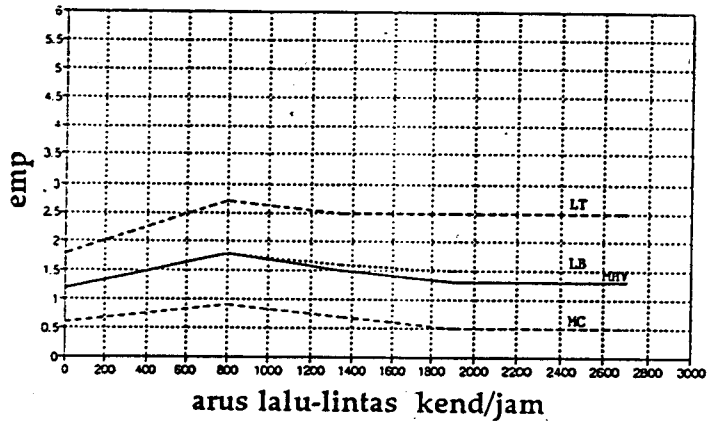
Table A-3:1 Ekivalensi kendaraan penumpang (emp) untuk jalan 2/2 UD

JALAN EMPAT-LAJUR DUA-ARAH 4/2

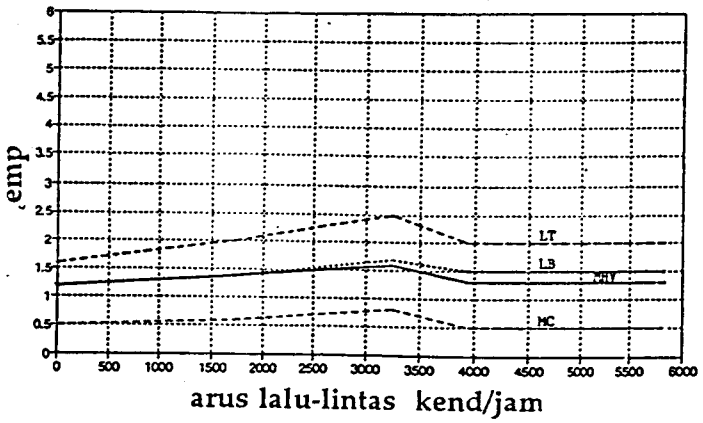
Tipe alinyemen	Arus total (kend/jam)		emp			
	Jalan terbagi per arah kend/jam	Jalan tak terbagi total kend/jam	MHV	LB	LT	MC
Datar	0	0	1,2	1,2	1,6	0,5
	1000	1700	1,4	1,4	2,0	0,6
	1800	3250	1,6	1,7	2,5	0,8
	≥ 2150	≥ 3950	1,3	1,5	2,0	0,5
Bukit	0	0	1,8	1,6	4,8	0,4
	750	1350	2,0	2,0	4,6	0,5
	1400	2500	2,2	2,3	4,3	0,7
	≥ 1750	≥ 3150	1,8	1,9	3,5	0,4
Gunung	0	0	3,2	2,2	5,5	0,3
	550	1000	2,9	2,6	5,1	0,4
	1100	2000	2,6	2,9	4,8	0,6
	≥ 1500	≥ 2700	2,0	2,4	3,8	0,3

Table A:3-2 Ekivalensi kendaraan penumpang (emp) untuk jalan empat-lajur dua-arah (4/2) (terbagi dan tak terbagi)

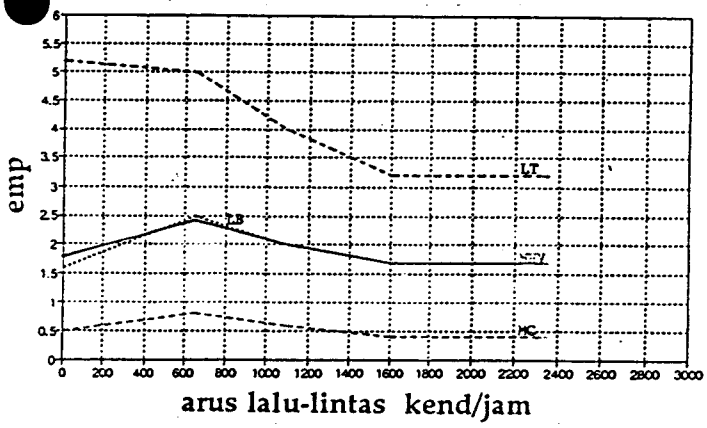
emp 2/2 UD, datar



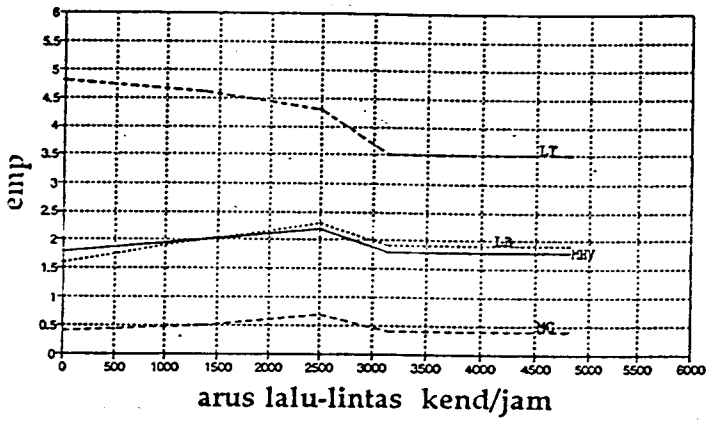
emp 4/2 UD, datar



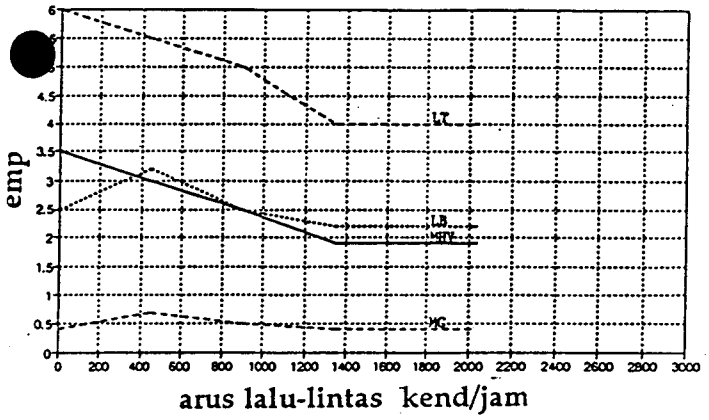
emp 2/2 UD, bukit



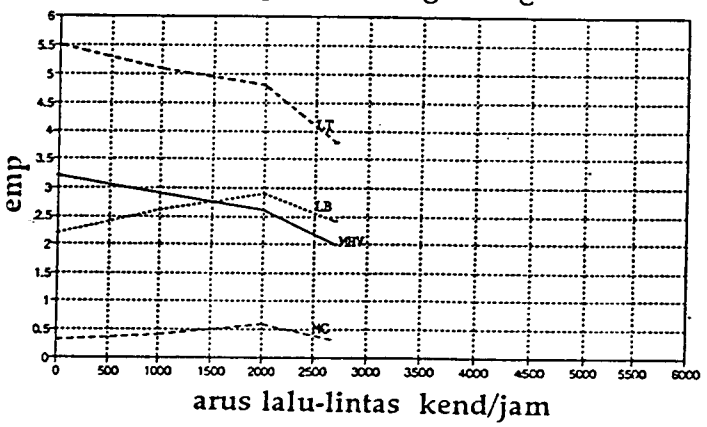
emp 4/2 UD, bukit



emp 2/2 UD, gunung

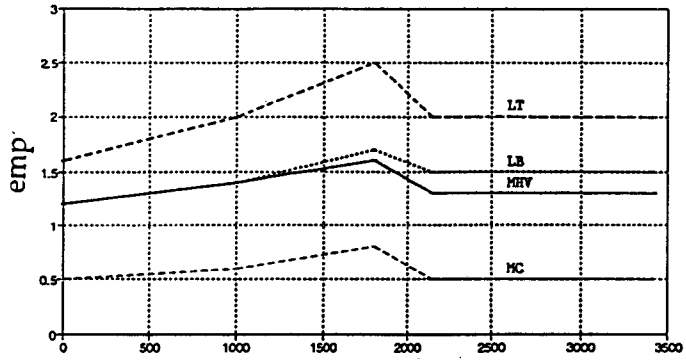


emp 4/2 UD, gunung

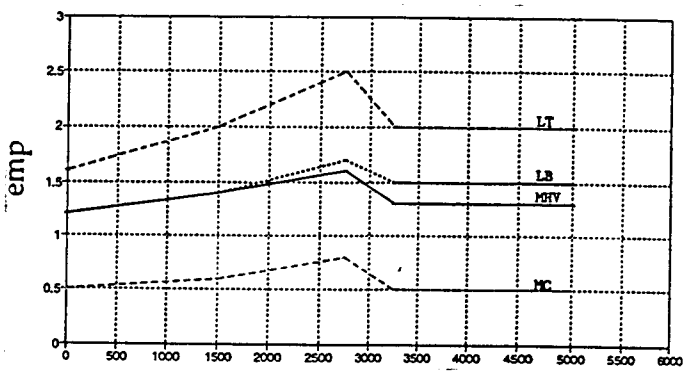


Gambar A-3:1 Emp untuk jalan tak terbagi

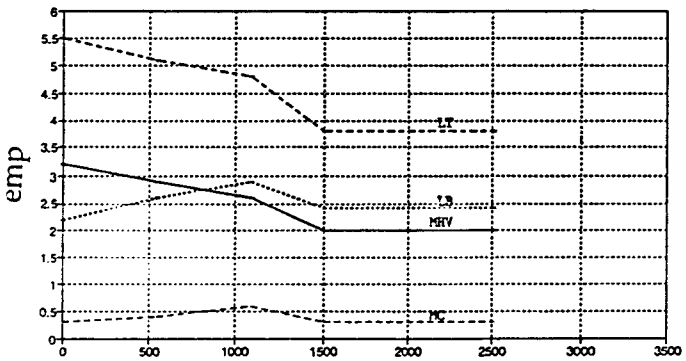
emp 4/2 D, datar



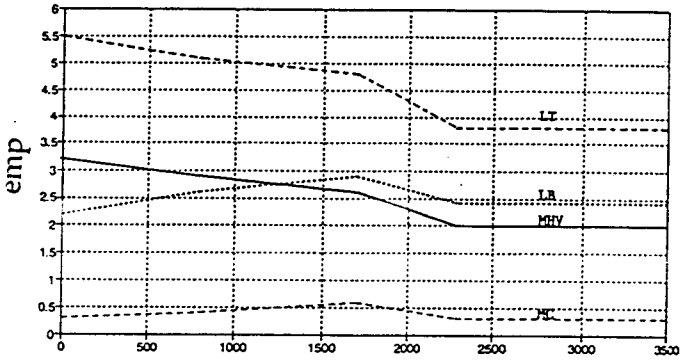
emp 6/2 D, datar



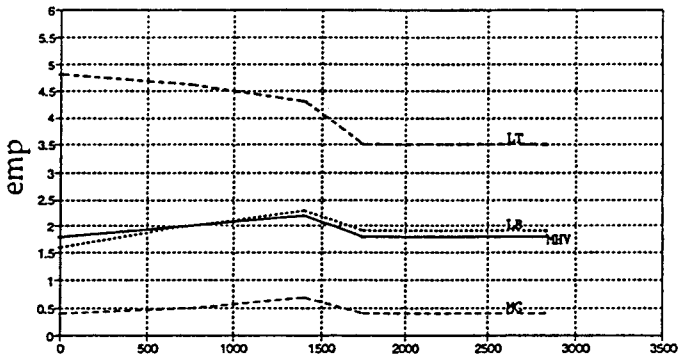
emp 4/2 D, bukit



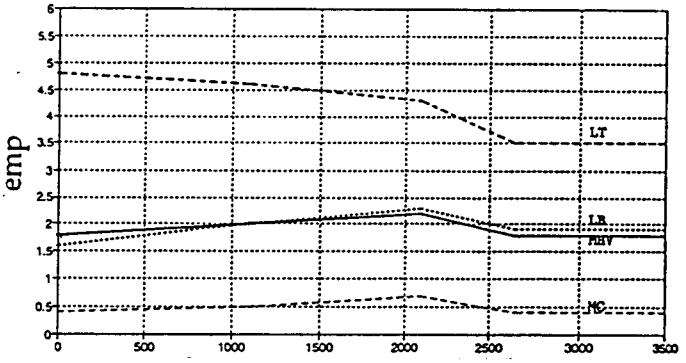
emp 6/2 D, bukit



emp 4/2 D, gunung



emp 6/2 D, gunung



Gambar A-3:2 Emp untuk jalan terbagi

JALAN ENAM-LAJUR DUA-ARAH TERBAGI 6/2 D

Tipe alinyemen	Arus lalu-lintas (kend/jam) per arah kend/jam	emp			
		MHV	LB	LT	MC
Datar	0	1,2	1,2	1,6	0,5
	1500	1,4	1,4	2,0	0,6
	2750	1,6	1,7	2,5	0,8
	≥ 3250	1,3	1,5	2,0	0,5
Bukit	0	1,8	1,6	4,8	0,4
	1100	2,0	2,0	4,6	0,5
	2100	2,2	2,3	4,3	0,7
	≥ 2650	1,8	1,9	3,5	0,4
Gunung	0	3,2	2,2	5,5	0,3
	800	2,9	2,6	5,1	0,4
	1700	2,6	2,9	4,8	0,6
	≥ 2300	2,0	2,4	3,8	0,3

Table A:3-3 Emp untuk jalan enam-lajur dua-arah terbagi (6/2 D)

a.3) Hitung parameter arus lalu-lintas yang diperlukan untuk analisa

- Hitung nilai arus lalu-lintas perjam rencana Q_{DH} dalam smp/jam dengan mengalikan arus dalam kendaraan/jam pada Kolom 2,4,6,8 dan 10 dengan emp yang sesuai pada Baris 1.1 dan 1.2, dan masukkan hasilnya pada Kolom 3,5,7,9 dan 11; Baris 3-5. Hitung arus total dalam smp/jam dan masukkan hasilnya ke dalam Kolom 14.

- Hitung pemisahan arah (SP) sebagai arus total (kend./jam) pada Jurusan 1 pada Kolom 13 dibagi dengan arus total pada Jurusan 1+2 (kend./jam) pada Kolom yang sama. Masukkan hasilnya ke dalam Kolom 13 Baris 6. SP = $Q_{DH,1}/Q_{DH,1+2}$

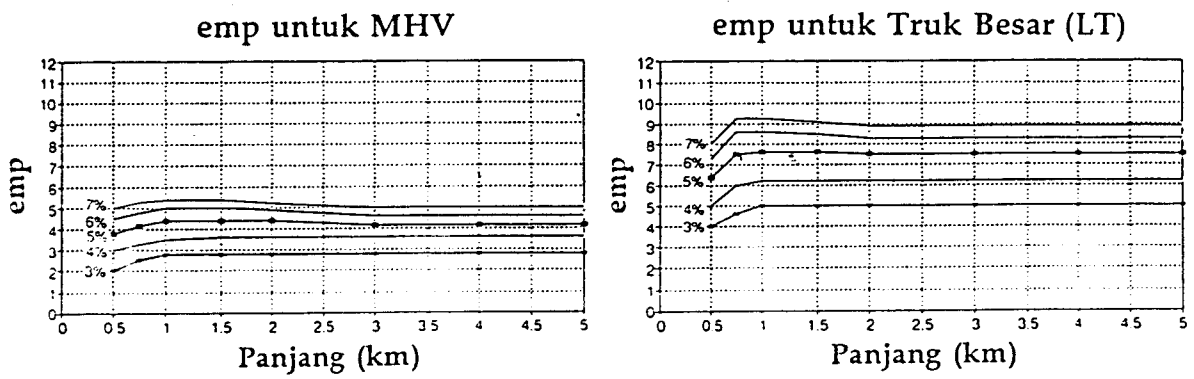
- Hitung faktor satuan mobil penumpang $F_{smp} = Q_{smp}/Q_{kend}$ dengan pembagian jumlah pada Kolom 14 baris 5 dengan jumlah pada Kolom 13, Baris 5. Masukkan hasilnya ke dalam Kolom 14 Baris 7.

b) Arus dan Komposisi lalu-lintas untuk kelandaian khusus pada jalan 2/2 U/D

Gunakan formulir IR-2 seperti diterangkan dibawah. Data arus lalu-lintas per kendaraan per jam harus tersedia.

b.1) Tentukan emp untuk arah mendaki (arah.1) dan masukkan hasilnya pada Baris 1.1

- Emp Kendaraan ringan (LV) selalu 1,0
- Emp Bus Besar (LB) adalah 2,5 untuk arus lebih kecil dari 1.000 kend/jam dan 2,0 untuk keadaan lainnya.
- Gunakan Tabel A-3:4 atau Gambar A-3:3 dibawah untuk menentukan emp Kendaraan Berat Menengah (MHV) dan Truk Besar (LT). Jika arus lalu-lintas dua arah lebih besar dari 1.000 kend/jam nilai tersebut dikalikan 0,7.
- Emp untuk Sepeda Motor (MC) adalah 0,7 untuk arus lebih kecil dari 1.000 kend/jam dan 0,4 untuk keadaan lainnya.



Gambar A-3:3 Emp Kendaraan Berat Menengah dan Truk Besar, Kelandaian khusus mendaki

Panjang (km)	emp									
	Gradient (%)									
	3		4		5		6		7	
	MHV	LT	MHV	LT	MHV	LT	MHV	LT	MHV	LT
0,50	2,00	4,00	3,00	5,00	3,80	6,40	4,50	7,30	5,00	8,00
0,75	2,50	4,60	3,30	6,00	4,20	7,50	4,80	8,60	5,30	9,30
1,0	2,80	5,00	3,50	6,20	4,40	7,60	5,00	8,60	5,40	9,30
1,5	2,80	5,00	3,60	6,20	4,40	7,60	5,00	8,50	5,40	9,10
2,0	2,80	5,00	3,60	6,20	4,40	7,50	4,90	8,30	5,20	8,90
3,0	2,80	5,00	3,60	6,20	4,20	7,50	4,60	8,30	5,00	8,90
4,0	2,80	5,00	3,60	6,20	4,20	7,50	4,60	8,30	5,00	8,90
5,0	2,80	5,00	3,60	6,20	4,20	7,50	4,60	8,30	5,00	8,90

Tabel A-3:4 Emp Kendaraan Berat Menengah dan Truk Besar, Kelandaian khusus mendaki

b.2) Tentukan emp untuk arah menurun (arah2) dan masukkan hasilnya pada Baris 1.2.

Tentukan emp untuk arah menurun dari Tabel atau Gambar A-3:1 dengan anggapan sama seperti untuk alinyemen datar.

b.3) Masukkan data arus lalu lintas yang telah digolongkan.

Masukkan nilai arus lalu-lintas (Q kend/jam) untuk setiap tipe kendaraan ke dalam Kolom 2,4,6,8 dan 10, Baris 3 arah 1 mendaki, Baris 4 arah 2 menurun.

b.4) Hitung parameter arus lalu-lintas yang diperlukan untuk analisa

Hitung parameter berikut dengan cara yang sama seperti untuk alinyemen umum langkah a 3):

- Nilai arus lalu-lintas dalam smp/jam untuk arah 1 (mendaki) dan untuk arah2 (menurun) dimasukkan pada Kolom 3, 5, 7, 9 dan 11; Baris 3 dan 4. Tambahkan Baris 3 dan 4 untuk mendapatkan arus total pada Arah 1+2 dalam smp/jam, yang dimasukkan pada Baris 5.

- Pemisahan Arah.

LANGKAH A-4: HAMBATAN SAMPING

Tentukan Kelas Hambatan Samping sebagai berikut dan masukkan hasilnya pada Formulir IR-2 dengan melingkari kelas yang sesuai di dalam tabel pada bagian terbawah:

Jika tersedia data rinci tentang hambatan samping, ikuti langkah 1-4 di bawah:

1. Masukkan pengamatan (atau perkiraan jika analisa adalah untuk tahun yang akan datang) mengenai frekwensi kejadian hambatan samping perjam per 200 m pada kedua sisi segmen yang dipelajari, ke dalam Kolom (23) Formulir IR-2 :

   - Jumlah pejalan kaki berjalan sepanjang atau menyeberang jalan.
   - Jumlah penghentian kendaraan dan gerakan parkir.
   - Jumlah kendaraan bermotor yang masuk ke/keluar dari lahan samping jalan dan jalan samping.
   - Arus kendaraan lambat, yi.arus total (kend/jam) sepeda, becak, delman, pedati dsb.

2. Kalikan frekwensi kejadian pada Kolom 23 dengan bobot relatif dari jenis kejadian tersebut pada Kolom 22 dan masukkan frekwensi berbobot dari kejadian pada Kolom 24.

3. Hitung jumlah kejadian berbobot, termasuk semua jenis kejadian dan masukkan hasilnya pada baris terbawah Kolom (24).

4. Tentukan kelas hambatan samping dari tabel A-4:1 berdasarkan hasil dari langkah 3.

Frekwensi ber bobot dari kejadian (ke dua sisi jalan)	Kondisi khas	Kelas hambatan samping	
< 50	Pedalaman, pertanian atau tidak berkembang; tanpa kegiatan	Sangat rendah	VL
50 - 149	Pedalaman, beberapa bangunan dan kegiatan disamping jalan	Rendah	L
150 - 249	Desa, kegiatan dan angkutan lokal	Sedang	M
250 - 350	Desa, beberapa kegiatan pasar	Tinggi	H
> 350	Hampir perkotaan, pasar/kegiatan perdagangan	Sangat Tinggi	VH

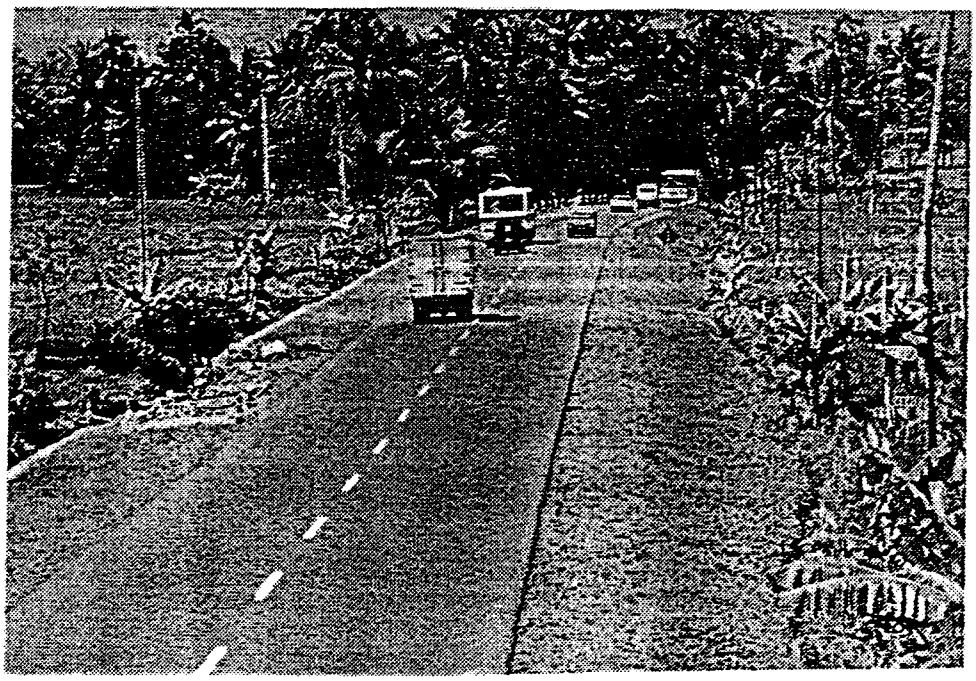
Tabel A-4:1 Kelas hambatan samping

Jika data rinci kejadian hambatan samping tidak tersedia, kelas hambatan samping dapat ditentukan sebagai berikut:

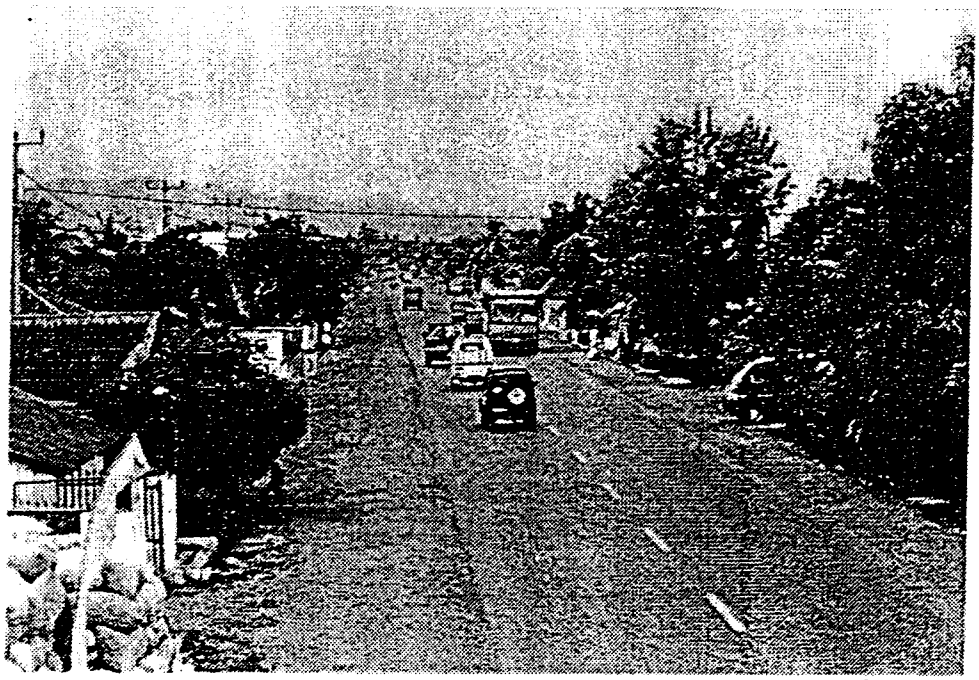
1. Periksa uraian tentang 'kondisi khas' dari tabel A-4:1 dan pilih salah satu yang terbaik untuk menggambarkan keadaan dari segmen jalan yang dianalisa.

2. Pelajari foto pada Gambar A-4:1-5 yang mewakili kekhasan, kesan pandangan rata-rata dari masing-masing kelas hambatan samping, dan pilih salah satu yang paling sesuai dengan kondisi sesungguhnya, kondisi rata-rata lokasi untuk periode yang dipelajari.

3. Pilih kelas hambatan samping berdasarkan gabungan pertimbangan pada langkah 1) dan 2) diatas.



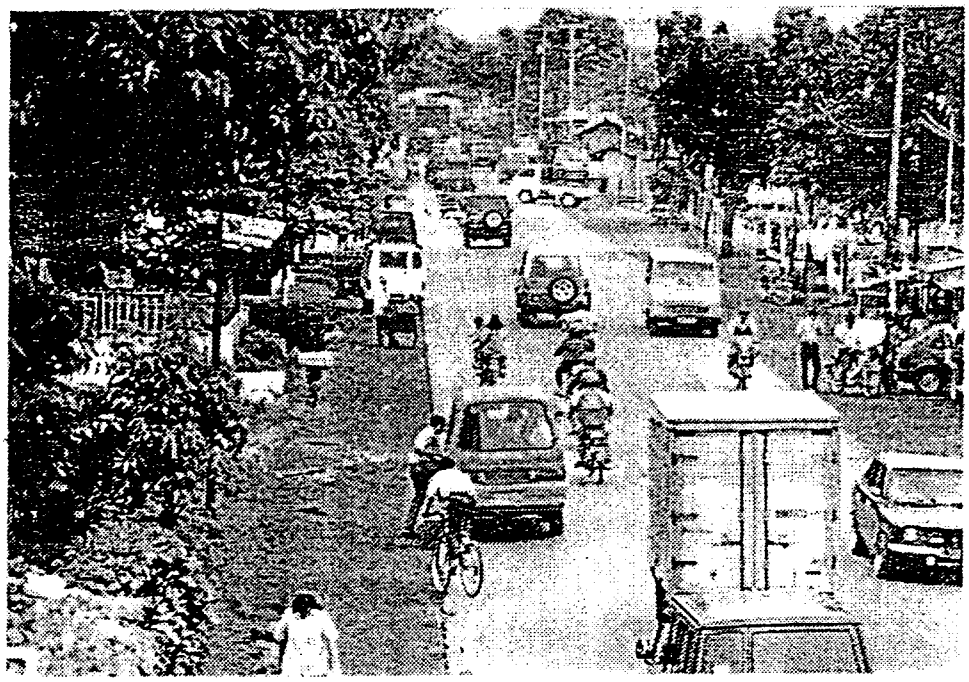
Gambar A-4:1 Hambatan samping sangat rendah pada jalan luar kota



Gambar A-4:2 Hambatan samping rendah pada jalan luar kota

Gambar A-4:3 Hambatan samping sedang pada jalan luar kota

Gambar A-4:4 Hambatan samping tinggi pada jalan luar kota



Gambar A-4:5 Hambatan samping sangat tinggi pada jalan luar kota

LANGKAH B: ANALISA KECEPATAN ARUS BEBAS

Untuk jalan tak-terbagi, semua analisa (kecuali analisa- kelandaian khusus) dilakukan pada kedua arah, menggunakan satu set formulir. Untuk jalan terbagi, analisa dilakukan pada masing-masing arah dan seolah-olah masing-masing arah adalah jalan satu arah yang terpisah.

Perhatikan bahwa kecepatan arus bebas kendaraan ringan digunakan sebagai ukuran kinerja utama pada Manual ini. Kecepatan arus bebas jenis kendaraan lainnya ditunjukkan juga pada tabel B-1:1, dan dapat digunakan untuk keperluan lainnya seperti analisa biaya pemakai jalan. Lihat juga langkah B-5 b) dibawah.

Mulailah dengan langkah B-1 apabila segmen yang dipelajari adalah segmen alinyemen biasa. Jika segmen adalah kelandaian khusus, lanjutkan langsung ke langkah B-6.

Gunakan Formulir IR-3 untuk analisa menentukan kecepatan arus bebas sesungguhnya, dengan data masukan dari Langkah A (Formulir IR-1 dan IR-2).

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC}$$

di mana:

FV	=	Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)
FV_0	=	Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)
FV_W	=	Penyesuaian untuk lebar efektif jalur lalu-lintas (km/jam),penambahan
FFV_{SF}	=	Faktor penyesuaian untuk kondisi hambatan samping, perkalian
FFV_{RC}	=	Faktor penyesuaian untuk kelas fungsi jalan, perkalian

LANGKAH B-1: KECEPATAN ARUS BEBAS DASAR

Tentukan kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan untuk kondisi lapangan dengan menggunakan tabel B-1:1. Perhatikan bahwa untuk jalan dua-lajur dua-arah, kecepatan arus bebas dasar juga adalah fungsi dari kelas jarak pandang (dari Formulir IR-1). Jika kelas jarak pandang tidak tersedia, anggaplah pada jalan tersebut SDC = B.

Masukkan kecepatan arus bebas dasar ke dalam Kolom 2 dari Formulir IR-3.

Tipe jalan/ Tipe alinyemen/ (Kelas jarak pandang)	Kecepatan arus bebas dasar (km/jam)				
	Kendaraan ringan LV	Kendaraan berat menengah MHV	Bus besar LB	Truk besar LT	Sepeda motor MC
Enam-lajur terbagi					
- Datar	83	67	86	64	64
- Bukit	71	56	68	52	58
- Gunung	62	45	55	40	55
Empat-lajur terbagi					
- Datar	78	65	81	62	64
- Bukit	68	55	66	51	58
- Gunung	60	44	53	39	55
Empat-lajur tak terbagi					
- Datar	74	63	78	60	60
- Bukit	66	54	65	50	56
- Gunung	58	43	52	39	53
Dua-lajur tak terbagi					
- Datar SDC: A	68	60	73	58	55
" " B	65	57	69	55	54
" " C	61	54	63	52	53
- Bukit	61	52	62	49	53
- Gunung	55	42	50	38	51

Tabel B-1:1 Kecepatan arus bebas dasar untuk jalan luar kota (FV_0), tipe alinyemen biasa

Kecepatan arus bebas untuk jalan delapan-lajur dapat dianggap sama seperti jalan enam-lajur dalam Tabel B-1:1.

Untuk jalan dua-lajur dua-arah pengaruh alinyemen horisontal dan vertikal adalah lebih besar dari pada terhadap tipe jalan lainnya. Jika tersedia data rinci tentang naik+turun (m/km) dan lengkung horisontal (rad/km) untuk segmen jalan yang dipelajari, **Tabel B-1:2 dapat digunakan sebagai alternatif dari Tabel B-1:1** untuk mendapatkan kecepatan arus bebas dasar yang lebih tepat pada kondisi datar (gunakan naik+turun = 5 m/km) dan pada kondisi lapangan.

Naik + turun (m/km)	Kecepatan arus bebas dasar (LV), jalan dua-lajur dua-arah						
	Lengkung horisontal rad/km						
	< 0,5	0,5 - 1	1-2	2-4	4-6	6-8	8-10
5	68	65	63	58	52	47	43
15	67	64	62	58	52	47	43
25	66	64	62	57	51	47	43
35	65	63	61	57	50	46	42
45	64	61	60	56	49	45	42
55	61	58	57	53	48	44	41
65	58	56	55	51	46	43	40
75	56	54	53	50	45	42	39
85	54	52	51	48	43	41	38
95	52	50	49	46	42	40	37

Table B-1:2 Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan sebagai fungsi dari alinyemen Jalan. Jalan dua-lajur dua-arah tak terbagi (2/2 UD)

Nilai kecepatan arus bebas sesungguhnya bagi tipe jalan yang lain sebagai fungsi dari alinyemen horisontal dan vertikal dapat didekati dengan mengalikan perbedaan antara kecepatan arus bebas dasar dan sesungguhnya dari tipe jalan 2/2 UD dengan suatu konstanta (diberikan di bawah) dan kemudian mengurangkan hasilnya dari kecepatan arus dasar tipe jalan tersebut. (Lihat sub-bagian 2.4.2 untuk masalah dasar dari setiap tipe jalan)

Nilai konstanta adalah :
- untuk 6/2 D Konstanta = 1,45;untuk 4/2 D Konstanta = 1,3 ; untuk 4/2 UD Konstanta = 1,2

Contoh:
Hitung FV untuk 4/2 UD dengan naik + turun = 15 m/km dan lengkung horisontal = 1,5 rad/km.

Untuk masalah dasar 4/2 UD, FV_0 = 74 km/jam; (dari Tabel B-1:1)
Untuk masalah dasar 2/2 UD (SDC = A), FV_0 = 68 km/jam (dari Tabel B-1:1)
Untuk alinyemen sesungguhnya 2/2 UD, FV = 62 km/jam (dari Tabel B-1:2).
Penyesuaian untuk 4/2 UD= (68 - 62) x 1,2 = 7,2 km/jam
FV untuk 4/2 UD = 74 - 7,2 = 66,8 km/jam

LANGKAH B-2: PENYESUAIAN KECEPATAN ARUS BEBAS AKIBAT LEBAR JALUR LALU-LINTAS

Tentukan penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas dari tabel B-2:1 dibawah berdasar pada lebar efektif jalur lalu-lintas (W_C) yang dicatat pada Formulir IR-1 **dan tipe alinyemen. Masukkan penyesuaian pada Kolom (3). Hitung jumlah kecepatan arus bebas dasar dan penyesuaian ($FV_o + FV_w$)** dan masukkan hasilnya pada Kolom 4.

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (W_C) (m)	FV_w (km/jam)		
		Datar: SDC= A,B	- Bukit: SDC= A,B,C -Datar: SDC=C	Gunung
Empat-lajur dan Enam-lajur terbagi	Per lajur			
	3,00	-3	-3	-2
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
	3,75	2	2	2
Empat-lajur tak terbagi	Per lajur			
	3,00	-3	-2	-1
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
	3,75	2	2	2
Dua-lajur tak terbagi	Total			
	5	-11	-9	-7
	6	-3	-2	-1
	7	0	0	0
	8	1	1	0
	9	2	2	1
	10	3	3	2
	11	3	3	2

Table B-2:1 Penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas (FV_w) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada berbagai tipe alinyemen

Untuk jalan dengan lebih dari enam lajur, nilai- nilai pada Tabel B-2:1 untuk jalan 6- lajur terbagi dapat digunakan.

LANGKAH B-3: FAKTOR PENYESUAIAN KECEPATAN ARUS BEBAS AKIBAT HAMBATAN SAMPING

Tentukan faktor penyesuaian akibat hambatan samping sebagai fungsi lebar bahu efektif dari tabel B-3:1 berdasar pada lebar bahu efektif dan tingkat hambatan sampingnya dari Formulir IR-2, Masukkan hasilnya kedalam Kolom 5 Formulir IR-3.

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif Ws (m)			
		≤ 0,5 m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
Empat-lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,98	0,98	0,98	0,99
	Sedang	0,95	0,95	0,96	0,98
	Tinggi	0,91	0,92	0,93	0,97
	Sangat Tinggi	0,86	0,87	0,89	0,96
Empat-lajur tak terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,92	0,94	0,95	0,97
	Tinggi	0,88	0,89	0,90	0,96
	Sangat Tinggi	0,81	0,83	0,85	0,95
Dua-lajur tak terbagi 2/2 UD	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,91	0,92	0,93	0,97
	Tinggi	0,85	0,87	0,88	0,95
	Sangat Tinggi	0,76	0,79	0,82	0,93

Tabel B-3:1 Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu (FFV_{SF}) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan

Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan dengan enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FFV_{SF} untuk jalan empat-lajur yang diberikan dalam Tabel B-3:1, dengan modifikasi seperti dijelaskan dibawah:

$$FFV_{6,SF} = 1 - 0,8 \times (1-FFV_{4,SF})$$

di mana:
$FFV_{6,SF}$ = faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan enam-lajur (km/jam)

$FFV_{4,SF}$ = faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan empat-lajur (km/jam)

LANGKAH B-4: FAKTOR PENYESUAIAN KECEPATAN ARUS BEBAS AKIBAT KELAS FUNGSIONAL JALAN

Tentukan faktor penyesuaian akibat kelas fungsional jalan (dan guna lahan = pengembangan samping jalan) dan masukkan hasilnya ke dalam Formulir IR-3 Kolom 6.

Tipe Jalan	Faktor penyesuaian FFV_{RC}				
	Pengembangan samping jalan (%)				
	0	25	50	75	100
Empat-lajur terbagi					
Arteri	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
Kolektor	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94
Lokal	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93
Empat-lajur tak-terbagi:					
Arteri	1,00	0,99	0,97	0,96	0,945
Kolektor	0,97	0,96	0,94	0,93	0,915
Lokal	0,95	0,94	0,92	0,91	0,895
Dua-lajur tak-terbagi					
Arteri	1,00	0,98	0,97	0,96	0,94
Kolektor	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88
Lokal	0,90	0,88	0,87	0,86	0,84

Table B-4:1 Faktor penyesuaian akibat kelas fungsional jalan dan guna lahan (FFV_{RC}) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan

Untuk jalan dengan lebih dari empat lajur (banyak-lajur), FFV_{RC} dapat diambil sama seperti untuk jalan 4-lajur dalam Tabel B-4:1.

LANGKAH B-5: PENENTUAN KECEPATAN ARUS BEBAS PADA KONDISI LAPANGAN

a) Kecepatan arus bebas kendaraan ringan

Hitung kecepatan arus bebas kendaraan ringan dengan mengalikan faktor-faktor pada Kolom (4), (5) dan (6) dari Formulir IR-3 dan masukkan hasilnya ke dalam Kolom 7:

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC}$$

dimana

FV	=	Kecepatan arus bebas (km/jam)
FV_O	=	Kecepatan arus bebas dasar (km/jam)
FV_W	=	Penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas (km/jam)
FFV_{SF}	=	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu
FFV_{RC}	=	Faktor penyesuaian akibat kelas fungsional jalan dan tata guna lahan

b) Kecepatan arus bebas tipe kendaraan yang lain

Walaupun tidak digunakan sebagai ukuran perilaku lalu-lintas dalam Manual ini, kecepatan arus bebas tipe kendaraan lainnya dapat juga ditentukan mengikuti prosedur yang diuraikan dibawah:

1. Hitung penyesuaian kecepatan arus bebas kendaraan ringan, (km/jam) yaitu perbedaan antara Kolom 2 dan Kolom 7:

   $$FFV = FV_O - FV$$

   di mana

FFV	=	Penyesuaian kecepatan arus bebas kend. ringan (km/jam)
FV_O	=	Kecepatan arus bebas dasar kend. ringan
FV	=	Kecepatan arus bebas kend. ringan (km/jam)

2. Hitung kecepatan arus bebas Kendaraan Berat Menengah (MHV) seperti contoh dibawah:

   $$FV_{MHV} = FV_{MHV,O} - FFV \times FV_{MHV,O} / FV_O$$

   di mana

$FV_{MHV,O}$	=	Kecepatan arus bebas dasar MHV (dari Tabel B-1:1)
FV_O	=	Kecepatan arus bebas dasar kend. ringan (LV)
FFV	=	Penyesuaian kecepatan arus bebas kend. ringan (LV)

LANGKAH B-6: KECEPATAN ARUS BEBAS PADA KELANDAIAN KHUSUS, 2/2 UD

(Hanya pada kelandaian khusus dari jalan 2/2 UD).

Kecepatan arus bebas (kendaraan ringan) pada kelandaian khusus dari jalan 2/2 UD (dua lajur tak terbagi) harus dihitung secara terpisah untuk masing-masing arah (mendaki dan menurun), dan dibandingkan dengan kecepatan untuk keadaan alinyemen datar.

Gunakan Formulir IR-3 SPEC untuk menentukan kecepatan arus bebas untuk kelandaian khusus. Kondisi datar = arah 0 ; Mendaki = arah 1; menurun = arah 2.

1. Masukkan nilai kelandaian rata-rata dan panjang kelandaian (formulir IR-1)

2. Tentukan kecepatan arus bebas dasar FV_0 kendaraan ringan untuk kondisi datar sbb:
   Masukkan dalam Kolom 2 kecepatan untuk alinyemen horisontal pada baris terpisah untuk arah 0:
   a) dari Tabel B-1:2 jika data lengkung horisontal (rad/km) tersedia, dengan menggunakan naik + turun = 5 m/km;
   b) dari Tabel B-1:1 jika data lengkung horisontal (rad/km) tidak tersedia, Jika data kelas jarak pandang juga tidak tersedia, anggaplah SDC=B.

3. Tentukan faktor penyesuaian yang diuraikan pada langkah B-2 sampai B-4 diatas, dan masukkan hasilnya ke dalam Formulir IR-3 SPEC Kolom 3 sampai 6. Hitung kecepatan arus bebas untuk kondisi datar sesuai Langkah B-5 dan masukkan hasilnya (FV_{DATAR}) pada Kolom 7, Baris 0.

4. Tentukan kecepatan arus bebas dasar mendaki dan menurun $FV_{UH,0}$ dan $FV_{DH,0}$ secara terpisah dari Tabel B-6:1 di bawah. Kecepatan $FV_{UH,0}$ dan $FV_{DH,0}$ adalah fungsi dari kelandaian dan panjang kelandaian dan berdasarkan pada kecepatan pendekat 68 km/jam untuk kelandaian tersebut. Masukkan hasilnya ke dalam Kolom 2 pada baris untuk arah 1 (mendaki) dan arah 2 (menurun).

Panjang km	Arah 1, Tanjakan %					Arah 2, Turunan %				
	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
0,5	68,0	65,7	62,6	59,5	55,2	68,0	68,0	68,0	65,7	62,6
1,0	67,7	64,3	60,3	56,0	51,4	68,0	68,0	67,7	64,3	60,3
2,0	67,6	63,4	58,9	54,3	49,5	68,0	68,0	67,6	63,4	58,9
3,0	67,5	63,1	58,5	53,8	48,9	68,0	68,0	67,5	63,1	58,5
4,0	67,4	62,9	58,2	53,4	48,5	68,0	68,0	67,4	62,9	58,2
5,0	67,4	62,8	58,0	53,2	48,5	68,0	68,0	67,4	62,8	58,0

Tabel B-6:1 Kecepatan arus bebas dasar mendaki $FV_{UH,0}$ dan kecepatan arus bebas menurun $FV_{DH,0}$ untuk kendaraan ringan pada kelandaian khusus, jalan 2/2 UD

5. Bandingkan kecepatan arus bebas untuk kondisi datar pada Kolom 7 dengan kecepatan mendaki dasar pada Kolom 2. Tentukan kecepatan mendaki (FV_{UH}) sebagai berikut:

a). Jika $FV_{DATAR} \leq FV_{UH,0}$ maka $FV_{UH} = FV_{DATAR}$
Masukkan FV_{UH} pada Kolom 7 Baris 1.

b). Jika $FV_{DATAR} > FV_{UH,0}$ maka hitung kecepatan arus bebas mendaki untuk kelandaian khusus sebagai berikut dan masukkan hasilnya pada Kolom 7:

$$FV_{UH} = FV_{UH,0} - (68 - FV_{DATAR}) \frac{10 - \text{Kemiringan}}{10} \times \frac{0,62}{L}$$

dimana:
- FV_{UH} adalah kecepatan mendaki yang disesuaikan km/jam
- FV_{DATAR} adalah kecepatan arus bebas untuk kondisi datar seperti dihitung diatas.
- Kemiringan adalah kelandaian rata-rata (%) dari kelandaian khusus.
- L adalah panjang kelandaian khusus dalam km.

6. Bandingkan kecepatan arus bebas sesungguhnya untuk kondisi datar pada Kolom 7 dengan kecepatan menurun dasar pada Kolom 2. Tentukan kecepatan menurun (FV_{DH}) sebagai berikut:

a). Jika $FV_{DATAR} \leq FV_{DH,0}$ maka $FV_{DH} = FV_{DATAR}$
Masukkan FV_{DATAR} pada Kolom 7 Baris 2.

b). Jika$FV_{DATAR} > FV_{DH,0}$ maka $FV_{DH} = FV_{DH,0}$
Masukkan $FV_{DH,0}$ pada Kolom 7 Baris 2.

7. Untuk menghitung kecepatan gabungan perhatikan arus kendaraan ringan dalam kedua arah:

Q_{LV1} adalah arus kendaraan ringan dalam arah 1 (menanjak)
Q_{LV2} adalah arus kendaraan ringan dalam arah 2 (menurun)
$Q_{LV}=Q_{LV1}+Q_{LV2}$ adalah arus kendaraan ringan dalam kedua arah,

Kecepatan arus bebas rata-rata untuk kedua arah FV dihitung sebagai berikut:

$$FV = \frac{Q_{LV}}{\left(\frac{Q_{LV1}}{FV_{UH}} + \frac{Q_{LV2}}{FV_{DH}} \right)}$$

Kecepatan arus bebas truk besar pada jalan dua-lajur tak terbagi (2/2 UD) dengan kelandaian khusus harus dihitung dengan prosedur yang sama untuk kendaraan ringan seperti diuraikan diatas. Tentukan mula-mula kecepatan arus bebas dasar pada kondisi datar $FV_{LT,O}$ bagi Truk Besar dari tabel B-1:1 dan masukkan hasilnya dalam kolom 2 baris 0.

Hitung kecepatan arus bebas datar bagi truk ($FLT_{LT,FLAT}$) seperti pada langkah B-5b. Masukkan hasilnya dalam kolom 7 baris 0.

Untuk menentukan kecepatan arus bebas dasar mendaki ($FLT_{UH,O}$) gunakan tabel B-6:2 dibawah, bukan tabel B-6:1,dan untuk hal 5b gunakan rumus berikut untuk menentukan kecepatan arus bebas mendaki yang disesuaikan, dan masukkan hasilnya dalam kolom 7:

$$FLT_{UH} = FLT_{UH,0} - (58 - FLT_{DATAR}) \frac{8 - \text{Kemiringan}}{8} \times \frac{0,60}{L}$$

dimana:

- $FLT_{UH,0}$ adalah kecepatan dasar arus bebas mendaki truk besar km/jam
- FLT_{UH} adalah kecepatan arus bebas mendaki truk besar yang disesuaikan (km/jam)
- FLT_{DATAR} adalah kecepatan arus bebas truk besar untuk kondisi datar seperti dihitung diatas.
- Kemiringan adalah kelandaian rata-rata (%) dari kelandaian khusus.
- L adalah panjang kelandaian khusus dalam km.

Panjang km	LT Kemiringan tanjakan %				
	3	4	5	6	7
0,5	50,9	45,0	39,5	34,3	29,4
1,0	47,6	40,9	34,6	30,2	26,1
2,0	45,2	38,6	32,5	28,5	24,7
3,0	44,4	37,9	31,8	27,9	24,3
4,0	44,1	37,6	31,5	27,7	24,1
5,0	43,8	37,3	31,3	27,5	23,9

Tabel B-6:2 Kecepatan arus bebas dasar mendaki truk besar $FLT_{UH,0}$ pada kelandaian khusus, jalan 2/2 UD

LANGKAH C: ANALISA KAPASITAS

Untuk jalan tak-terbagi, semua analisa (kecuali analisa- kelandaian khusus) dilakukan pada kedua arah, menggunakan satu set formulir. Untuk jalan terbagi, analisa dilakukan pada masing-masing arah dan seolah-olah masing-masing arah adalah jalan satu arah yang terpisah.

Jika segmen adalah kelandaian khusus, lanjutkan langsung ke langkah C-6 dan gunakan Formulir IR-3 SPEC dan bukan Formulir IR-3.

Gunakan data masukan dari Formulir IR-1 dan IR-2 untuk menentukan kapasitas, dengan menggunakan Formulir IR-3.

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \text{ (smp/jam)}$$

di mana:

C	= Kapasitas
C_0	= Kapasitas dasar (smp/jam)
FC_W	= Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas
FC_{SP}	= Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah
FC_{SF}	= Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

LANGKAH C-1 : KAPASITAS DASAR

Tentukan kapasitas dasar (C_o) dari Tabel C-1:1 atau 2 dan masukkan nilainya ke dalam Formulir IR-3, Kolom (11). (Perhatikan bahwa pengaruh tipe alinyemen pada kapasitas juga dapat dihitung dengan penggunaan emp yang berbeda seperti yang diuraikan pada langkah A-3).

Tipe jalan/ Tipe alinyemen	Kapasitas dasar Total kedua arah (smp/jam/lajur)
Empat-lajur terbagi	
- Datar	1900
- Bukit	1850
- Gunung	1800
Empat-lajur tak-terbagi	
- Datar	1700
- Bukit	1650
- Gunung	1600

Tabel C-1:1 Kapasitas dasar pada jalan luar-kota 4-lajur 2-arah (4/2)

Tipe jalan/ Tipe alinyemen	Kapasitas dasar Total kedua arah (smp/jam)
Dua-lajur tak-terbagi	
- Datar	3100
- Bukit	3000
- Gunung	2900

Tabel C-1:2 Kapasitas dasar pada jalan luar kota 2-lajur 2-arah tak-terbagi (2/2 UD)

Kapasitas dasar jalan dengan lebih dari empat lajur (banyak-lajur) dapat ditentukan dengan menggunakan kapasitas per lajur yang diberikan dalam Tabel C-1:1, meskipun lajur yang bersangkutan tidak dengan lebar yang standar (koreksi akibat lebar dibuat dalam langkah C-2 di bawah).

LANGKAH C-2 : FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT LEBAR JALUR LALU-LINTAS

Tentukan faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas dari Tabel C-2:1 berdasar pada lebar efektif jalur lalu-lintas (W_C) (lihat Formulir IR-1) dan masukkan hasilnya ke dalam Formulir IR-3, Kolom (12).

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu-lintas (W_C) (m)	FC_W
Empat-lajur terbagi Enam-lajur terbagi	Per lajur	
	3,0	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Empat-lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Dua-lajur tak-terbagi	Total kedua arah	
	5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

Table C-2:1 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu-lintas (FC_W)

Faktor penyesuaian kapasitas jalan dengan lebih dari enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan angka-angka per lajur yang diberikan untuk jalan empat-dan enam-lajur dalam Tabel C-2:1.

LANGKAH C-3 : FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT PEMISAHAN ARAH

Hanya untuk jalan tak-terbagi, tentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah dari Tabel C-3:1 di bawah berdasar pada data masukan untuk kondisi lalu-lintas dari Formulir IR-2, Kolom 13, dan masukkan nilainya ke dalam Kolom 13 Formulir IR-3.

Tabel C-3:1 memberikan faktor penyesuaian pemisahan arah untuk jalan dua-lajur dua-arah (2/2) dan empat-lajur dua-arah (4/2) yang tak terbagi.

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Tabel C-3:1 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC_{SP})

Untuk jalan terbagi, faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah tidak dapat diterapkan dan nilai 1,0 harus dimasukkan ke dalam Kolom 13.

LANGKAH C-4 : FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT HAMBATAN SAMPING

Tentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping dari Tabel C-4:1 berdasar pada lebar efektif bahu W_S dari Formulir IR-1 dan kelas hambatan samping (SFC) dari Formulir IR-2 , dan masukkan hasilnya ke dalam Formulir IR-3, Kolom 14.

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FC_{SF})			
		Lebar bahu efektif W_S			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2 UD 4/2 UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

Table C-4:1 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{SF})

Faktor penyesuaian kapasitas untuk 6-lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FC_{SF} untuk jalan empat lajur yang diberikan pada Tabel C-4:1, disesuaikan seperti digambarkan di bawah:

$$FC_{6,SF} = 1 - 0{,}8 \times (1 - FC_{4,SF})$$

di mana :
$FC_{6,SF}$ = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan enam-lajur
$FC_{4,SF}$ = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan empat-lajur

LANGKAH C-5 : PENENTUAN KAPASITAS PADA KONDISI LAPANGAN

Tentukan kapasitas segmen jalan pada kondisi lapangan dengan bantuan data yang diisikan ke dalam Formulir IR-3 Kolom (11)-(14) dan masukkan hasilnya ke dalam Kolom (15).

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \text{ (smp/jam)}$$

di mana:
C = Kapasitas
C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)
FC_W = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas
FC_{SP} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah
FC_{SF} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

LANGKAH C-6 : KAPASITAS PADA KELANDAIAN KHUSUS

(Untuk kelandaian khusus dengan lajur pendakian, lihat Langkah D-4 b)).

Kapasitas pada kelandaian khusus dihitung pada prinsipnya sama seperti pada segmen dengan alinyemen umum di atas, tetapi dengan kapasitas dasar yang berbeda dan dalam beberapa keadaan dengan faktor penyesuaian yang berbeda, Formulir IR-3 SPEC harus digunakan untuk analisa kelandaian khusus.

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \text{ (smp/jam)}$$

Kapasitas dasar dua-arah (C_0) ditentukan dari Tabel C-6:1. Masukkan nilainya kedalam Formulir IR-3 SPEC, Kolom 11.

Panjang kelandaian/ % kelandaian	Kapasitas dasar dua arah smp/jam
Panjang ≤ 0,5 km/ Semua kelandaian	3.000
Panjang ≤ 0,8 km/ Kelandaian ≤ 4,5%	2.900
Keadaan-keadaan lain	2.800

Tabel C-6:1 Kapasitas dasar dua arah pada kelandaian khusus pada jalan dua-lajur,

Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas (FC_W) adalah sama seperti pada Tabel C-2:1 di atas untuk jalan dua-lajur tak-terbagi. Masukkan nilainya ke dalam Formulir IR-3 SPEC, Kolom 12.

Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah (FC_{SP}) ditentukan dari Tabel C-6:2 di bawah. Ini didasarkan pada persentase lalu-lintas pada arah mendaki (arah 1, Formulir IR-2 Kolom 13). Masukkan nilainya ke dalam Formulir IR-3 SPEC, Kolom (13).

Persen lalu-lintas mendaki (arah 1)	FC_{SP}
70	0,78
65	0,83
60	0,88
55	0,94
50	1,00
45	1,03
40	1,06
35	1,09
30	1,12

Tabel C-6:2 Faktor penyesuaian pemisahan arah pada kelandaian khusus pada jalan dua-lajur.

Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FC_{SF}) adalah sama seperti dalam Tabel C-4:1 di atas. Masukkan nilainya ke dalam Formulir IR-3 SPEC, Kolom 14.

Tentukan kapasitas kelandaian khusus pada kondisi sesungguhnya dari nilai-nilai dalam Formulir IR-3 SPEC Kolom (11)-(14) dan masukkan hasilnya ke dalam Kolom 15.

LANGKAH D : PERILAKU LALU-LINTAS

Jika segmen adalah kelandaian khusus, lanjutkan langsung ke langkah D-4,

Untuk jalan tak-terbagi, semua analisa (kecuali analisa- kelandaian khusus) dilakukan pada kedua arah, menggunakan satu set formulir. Untuk jalan terbagi, analisa dilakukan pada masing-masing arah dan seolah-olah masing-masing arah adalah jalan satu arah yang terpisah.

Gunakan kondisi masukan yang ditentukan dalam Langkah A-3 (Formulir IR-2) dan kecepatan arus bebas dan kapasitas yang ditentukan dalam Langkah B dan C (Formulir IR-3) untuk menentukan derajat kejenuhan, kecepatan dan waktu tempuh, dan rasio iringan. Gunakan Formulir IR-3 untuk analisa tingkat kinerja.

LANGKAH D-1 : DERAJAT KEJENUHAN

1. Baca nilai arus total lalu-lintas Q (smp/jam) dari Formulir IR-2 Kolom 14 Baris 5 untuk jalan tak-terbagi, dan Kolom 14 Baris 3 dan 4 untuk masing-masing arah perjalanan dari jalan terbagi dan masukkan nilainya ke dalam Formulir IR-3 Kolom 21.

2. Dengan menggunakan kapasitas dari Kolom (15) Formulir IR-3, hitung rasio antara Q dan C yaitu derajat kejenuhan (DS) dan masukkan nilainya ke dalam Kolom (22),

$$DS = Q/C$$

LANGKAH D-2 : KECEPATAN DAN WAKTU TEMPUH

1. Tentukan kecepatan pada keadaan lalu-lintas, hambatan samping dan kondisi geometrik-lapangan sebagai berikut dengan bantuan Gambar D-2:1 (jalan dua-lajur tak- terbagi) atau Gambar D-2:2 (jalan empat lajur atau jalan satu-arah) sebagai berikut:

   a) Masukkan nilai Derajat Kejenuhan (dari Kolom 22) pada sumbu horisontal (x) pada bagian bawah gambar.

   b) Buat garis sejajar dengan sumbu vertikal (Y) dari titik ini sampai memotong tingkatan kecepatan arus bebas (FV dari Kolom 7).

   c) Buat garis horisontal sejajar dengan sumbu (X) sampai memotong sumbu vertikal (Y) pada bagian sebelah kiri gambar dan baca nilai untuk kecepatan kendaraan ringan untuk kendaraan ringan pada kondisi yang dianalisa.

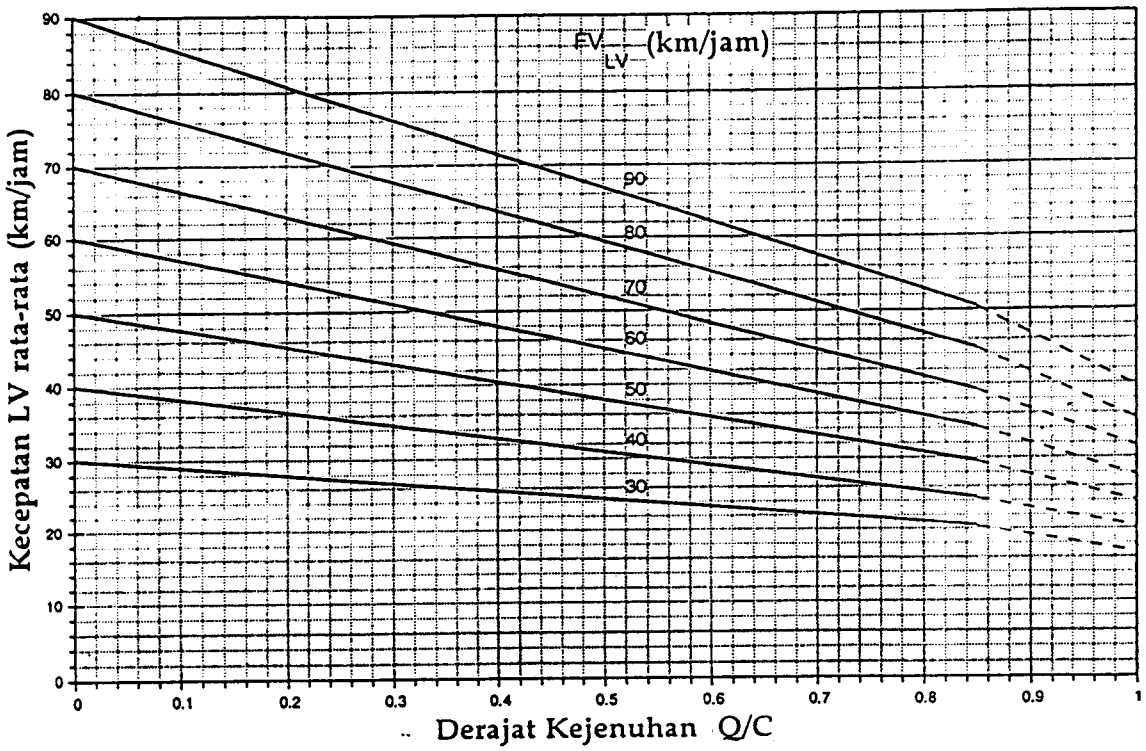
   d) Masukkan nilai ini ke dalam Kolom 23 Formulir IR-3.

2. Masukkan panjang segmen L (km) pada Kolom 24 (Formulir IR-1).

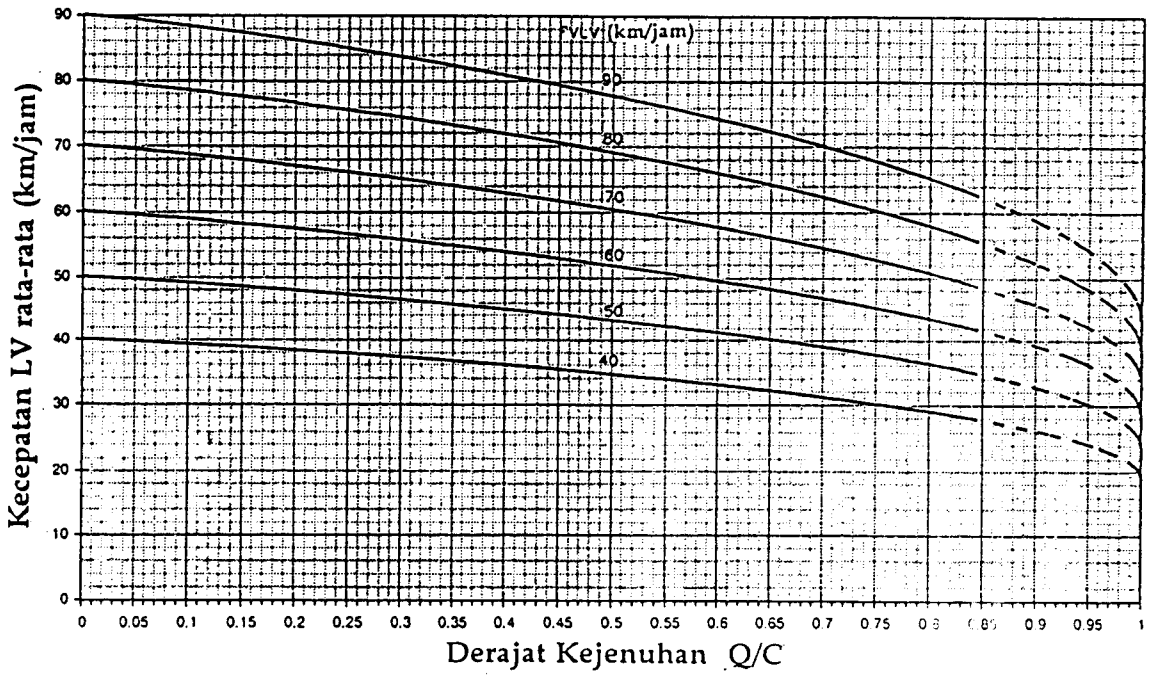
3. Hitung waktu tempuh rata-rata kendaraan ringan dalam jam untuk soal yang dipelajari, dan masukkan hasilnya ke dalam Kolom 25:

   Waktu tempuh rata-rata TT = L/V (jam)

   (Waktu tempuh rata-rata dalam detik dapat dihitung dengan TT × 3.600)



Gambar D-2:1 Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejenuhan pada jalan 2/2 UD



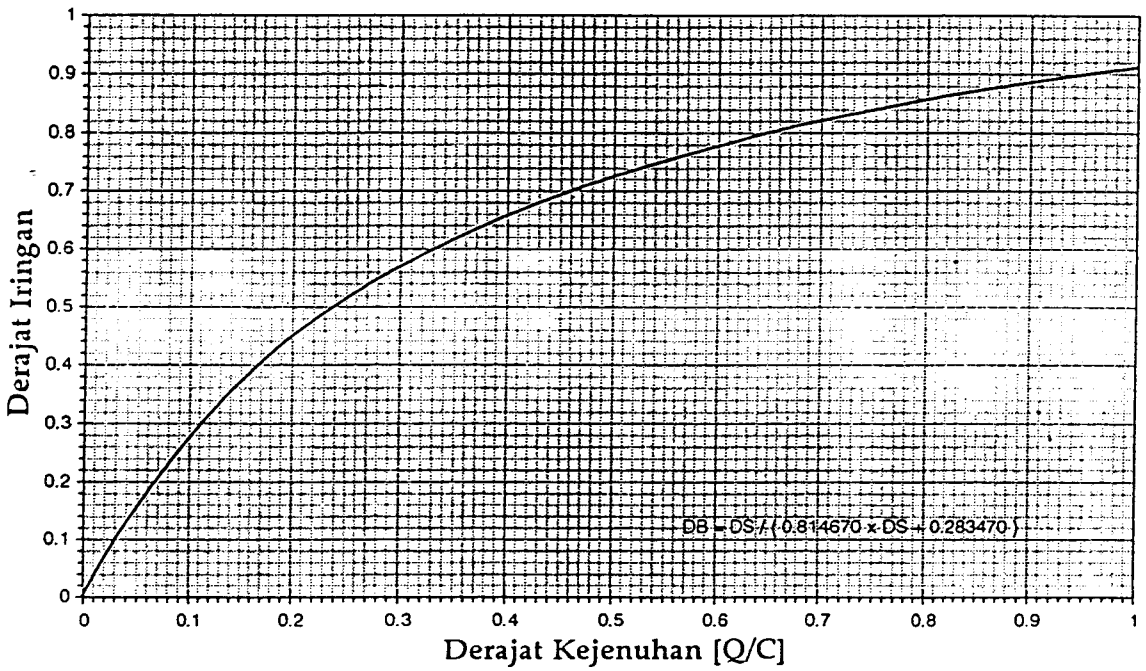
Gambar D-2:2 Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejenuhan pada jalan empat-lajur

LANGKAH D-3 : HANYA UNTUK 2/2 UD: DERAJAT IRINGAN

(Pada jalan dengan empat lajur atau lebih, iringan tidak diperhitungkan)

Tentukan derajat iringan (hanya pada jalan dua-lajur, dua-arah tak-terbagi) berdasarkan derajat kejenuhan dalam Kolom 22 dengan menggunakan Gambar D-3:1 di bawah, dan masukkan nilainya ke dalam Kolom 31 Formulir IR-3. Iringan didefinisikan dalam manual ini sebagai rasio antara kendaraan perjam yang bergerak dalam peleton dan arus total (kend/jam) pada arah yang dipelajari, (Peleton adalah kendaraan-kendaraan dengan "waktu antara" $\leq$ 5 detik terhadap kendaraan didepannya).

DB = Σ(kendaraan dengan waktu-antara $\leq$ 5 detik)/Q



Gambar D-3:1 Derajat iringan (hanya pada jalan 2-lajur 2-arah) sebagai fungsi dari derajat kejenuhan

LANGKAH D-4: KECEPATAN DAN WAKTU TEMPUH PADA KELANDAIAN KHUSUS

a) Tanpa lajur pendakian

Untuk kelandaian khusus pada umumnya lebih berguna untuk hanya memperhatikan arah mendaki apabila membahas kecepatan. Gunakan Formulir IR-3 SPEC untuk perhitungan ini.

1. Hitung derajat kejenuhan (DS) dengan cara yang sama seperti di atas dalam Langkah D-1. Gunakan Kolom (21) dan (22) Formulir IR-3 SPEC.

2. Kecepatan mendaki pada kapasitas (V_{UHC} km/jam) ditentukan berdasarkan kecepatan mendaki arus bebas dari Langkah B-6 dengan bantuan Gambar D-2:1 (jalan dua-lajur tak-terbagi). Tentukan kecepatan pada kapasitas sebagai berikut:

   a) Masukkan nilai Derajat Kejenuhan = 1 pada sumbu horisontal (x) pada bagian bawah gambar.

   b) Buat garis sejajar dengan sumbu vertikal (y) dari titik ini sampai memotong tingkatan kecepatan arus bebas (FV dari langkah B-6).

   c) Buat garis horisontal sejajar dengan sumbu (x) sampai memotong sumbu vertikal (y) pada bagian sebelah kiri gambar dan baca nilai kecepatan kendaraan ringan pada kondisi yang dianalisa.

   d) Masukkan nilai ini ke dalam Kolom 23 Formulir IR-3 SPEC.

3. Hitung perbedaan kecepatan antara kecepatan arus bebas mendaki FV_{UH} dan kecepatan mendaki pada kapasitas V_{UHC}. Kecepatan arus bebas mendaki telah dihitung pada langkah B-6 diatas dan telah dimasukkan ke dalam Formulir IR-3 SPEC Kolom 7, arah 1. Masukkan perbedaan kecepatan ($FV_{UH} - V_{UHC}$) dalam Kolom (24) Formulir IR-3 SPEC.

4. Hitung kecepatan mendaki kend. ringan sebagai

   $$V_{UH} = FV_{UH} - DS \times (FV_{UH} - V_{UHC})$$

   Masukkan hasilnya dalam kolom 25 Formulir IR-3 SPEC.

5. Waktu tempuh rata-rata dihitung dengan cara yang sama seperti pada Langkah D-2 diatas. Gunakan Kolom (26) dan (27) Formulir IR-3 SPEC.

6. Tentukan kecepatan truk besar pada kondisi lapangan sebagai berikut dan masukkan hasilnya kedalam Kolom 25, Formulir IR-3 SPEC:

$$V_{LT,UH} = FV_{LT,UH} - DS \times (FV_{LT,UH} - V_{UHC})$$

di mana:
- $V_{LT,UH}$ adalah kecepatan truk besar pada kondisi lapangan (km/jam)
- $FV_{LT,UH}$ adalah kecepatan arus bebas mendaki truk besar (km/jam)
- V_{UHC} adalah kecepatan arus mendaki kend. ringan.

7. Jika kecepatan keseluruhan untuk kedua arah dikehendaki, maka Gambar D-2:1 di atas dalam Langkah D-2 dapat digunakan dengan ketelitian yang layak dengan menggunakan kombinasi kecepatan arus bebas mendaki + menurun seperti dihitung pada Langkah B-6 bagian 7, dan isikan hasilnya pada Formulir IR-3 Kolom 20-25.

b) Dengan lajur pendakian

Jika kelandaian tersebut mempunyai lajur pendakian, anggaplah arah yang mendaki sebagai satu arah dari jalan empat lajur tak-terbagi pada alinyemen gunung apabila menghitung kapasitas dan perilaku lalu-lintas dengan menggunakan Formulir IR-3 SPEC sebagai berikut:

1. Mulailah menghitung seperti diuraikan diatas pada keadaan tanpa lajur pendakian.

2. Anggap bahwa arus lalu-lintas (Q smp/jam) adalah sama seperti untuk keadaan tanpa lajur pendakian.

3. Tentukan kapasitas dasar sebesar 3/4 kapasitas dasar pada jalan empat lajur tak-terbagi pada alinyemen gunung (Tabel C-1:1).

4. Tentukan penyesuaian untuk kapasitas akibat lebar jalur lalu-lintas(FC_W) dan hambatan samping (FC_{SF}) dengan menganggap bahwa jalan adalah empat lajur tak-terbagi dengan lebar lajur sama dengan lebar jalur lalu-lintas dibagi tiga (CW/3).

5. Tentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC_{SP}) dengan anggapan bahwa jalan adalah dua-lajur tak-terbagi biasa (Tabel C-3:1).

6. Hitung kapasitas (smp/jam) dan derajat kejenuhan.

7. Gunakan Gambar D-2:1 untuk menentukan kecepatan pada arah mendaki dengan anggapan bahwa kecepatan arus-bebas mendaki adalah sama dengan kecepatan mendaki arus bebas dasar ($FV_{UH,0}$) pada keadaan tanpa lajur pendakian (Kolom 2 Baris 1).

8. Tentukan kecepatan mendaki Truk Besar sama seperti pada penentuan nilai kecepatan bebas dasar mendaki Truk Besar ($FV_{LT,UH,0}$) untuk situasi tanpa lajur pendakian (Kolom 2 Baris 1).

Jika $V_{LT,UH} > V_{UH}$, maka $V_{LT,UH} = V_{UH}$ (V_{UH} dari Langkah 7 diatas).

9. Jika "kecepatan rata-rata" kedua arah diminta, maka kombinasi Gambar D-2:1 dan D-2:2 dapat digunakan dengan ketelitian yang pantas. Dalam hal ini gunakan kombinasi kecepatan arus bebas dasar mendaki + menurun yang dihitung dengan cara yang sama pada langkah B-6 hal 7. Gunakan nilai mendaki dan menurun dari kolom 2 baris 1 dan 2.
Lakukan perhitungan "kecepatan rata-rata" sebagai berikut:

a) Hitung kecepatan maksimum V_{MAX} dari Gambar D-2:2 dengan nilai DS dari Kolom 22.

b) Hitung kecepatan minimum V_{MIN} dari Gambar D-2:1, tetapi dengan nilai DS sesuai untuk situasi tanpa lajur pendakian. Tentukan kapasitas sebagai kapasitas dasar dari Tabel C-6:1.
Jika DS > 1, maka gunakan DS = 1,0.

c) Hitung "kecepatan rata-rata" kedua arah (V) sebagai

$$1/V = (1/ V_{MAX} + 1/ V_{MIN})/2$$

Isikan hasilnya dalam Formulir IR-3, Kolom 20-25.

LANGKAH D-5 : PENILAIAN PERILAKU LALU-LINTAS

Manual ini terutama direncanakan untuk memperkirakan kapasitas dan perilaku lalu-lintas (lainnya) akibat kondisi tertentu berkenaan dengan rencana geometrik jalan, lalu-lintas dan lingkungan. Karena biasanya hasilnya tidak dapat diperkirakan sebelumnya, mungkin diperlukan untuk memperbaiki beberapa dari kondisi-kondisi dalam batas pengetahuan para ahli lalu-lintas, khususnya kondisi geometrik, agar diperoleh perilaku lalu-lintas yang dikehendaki berkenaan dengan kapasitas dan kecepatan dan sebagainya.

Cara tercepat menilai hasil adalah melihat derajat kejenuhan (DS) untuk soal yang dipelajari, dan membandingkannya dengan pertumbuhan lalu-lintas tahunan dan "umur" fungsional yang dikehendaki dari segmen jalan tersebut. Jika nilai DS yang didapat terlalu tinggi (> 0,75), pemakai mungkin ingin merubah anggapan berkenaan dengan penampang melintang jalan dsb dan membuat sebuah perhitungan yang baru. Hal ini akan membutuhkan formulir yang baru dengan soal yang baru. Perhatikan bahwa untuk jalan terbagi, penilaian harus dikerjakan dahulu untuk setiap arah agar dapat sampai pada penilaian menyeluruh.

---

4. PROSEDUR PERHITUNGAN UNTUK ANALISA PERANCANGAN

Untuk perancangan, rencana jalan, data lalu-lintas dan data lingkungan diketahui secara umum, tetapi tidak terinci, dan arus lalu-lintas ramalan biasanya diberikan dalam LHRT, bukan sebagai arus jam puncak. Secara konsekuen, anggapan-anggapan tertentu mengenai rencana geometri, lalu-lintas dan lingkungan harus dibuat. Hubungan antara arus jam puncak atau arus rencana (Q_{DH})dan LHRT harus juga dianggap. Hubungan ini biasanya dinyatakan sebagai faktor k - LHRT, sebagai berikut:

$k = Q_{DH}/LHRT$

Analisa perancangan biasanya dikerjakan untuk kombinasi dua arah, meskipun diperkirakan jalan tersebut akan mempunyai median. (Tidak ada masalah dengan ini karena anggapan pemisahan arah 50:50 dapat digunakan untuk perancangan).

4.1 ANGGAPAN UNTUK BERBAGAI TIPE JALAN

4.1.1 Jalan dua-lajur dua-arah (2/2 UD)

Anggapan dalam bab ini yang digunakan untuk perancangan jalan dua-lajur dua-arah yang merupakan keadaan umum, adalah sebagai berikut:

Fungsi jalan:	Arteri (nasional atau propinsi)
Penampang melintang:	Jalur lalu-lintas 7 m, pada medan datar dan perbukitan lebar efektif bahu 1,5 m pada kedua sisi, pada medan pegunungan lebar efektif bahu 1,0 m pada kedua sisi.
Jarak pandang:	50% dari segmen mempunyai jarak pandang minimum 300m (SDC = B), pada medan pegunungan SDC = C.
Tipe alinyemen:	Datar, bukit atau gunung (lihat Bagian 1.3)
Lingkungan:	Daerah pedalaman dengan pengembangan tata guna lahan di sisi jalan 25%
Hambatan samping:	Rendah (lihat Bagian 1,3)
Komposisi lalulintas:	Kendaraan Ringan (LV): 57% Kendaraan Menengah Berat (MHV): 23% Bis Besar (LB): 7% Truk Besar + Truk Kombinasi (LT): 4% Sepeda Motor (MC): 9%
Faktor-k:	k= 0,11 (Volume jam rencana = 0,11 LHRT)
Pemisahan arah:	50/50

4.1.2. Jalan empat-lajur dua-arah (4/2)

Anggapan dalam bab ini yang digunakan untuk perencanaan jalan empat-lajur dua-arah, yang merupakan keadaan umum adalah sebagai berikut:

Fungsi jalan:	Arteri (nasional atau propinsi)
Jalur lalu-lintas:	2 x 2 lajur, lebar lajur 3,50 m
Bahu jalan:	Jalan tak-terbagi (4/2 UD): Lebar bahu efektif rata-rata 1,5 m pada kedua sisi pada medan datar dan perbukitan, dan 1 m pada medan pegunungan. Jalan terbagi (4/2 D): Lebar bahu efektif rata-rata 1,0 m (dalam 0,25 m dan luar 1,75 m)/ per arah pada medan datar dan perbukitan, 1,5 m pada medan pegunungan (dalam 0,25 m dan luar = 1,25 m).
Jarak pandang:	75% dari segmen mempunyai jarak pandang minimum 300m (SDC=A)
Tipe Alinyemen:	Datar, bukit atau gunung (lihat Bagian 1.3)
Lingkungan:	Daerah perkampungan dengan pengembangan guna lahan di sisi jalan 50%
Hambatan samping:	Sedang (lihat Bagian 1,3)
Komposisi lalu-lintas:	Kendaraan Ringan (LV): 57% Kendaraan Menengah Berat (MHV): 23% Bis Besar (LB): 7% Truk Besar+Truk Kombinasi (LT): 4% Sepeda Motor (MC): 9%
Faktor-k:	k= 0,11 (Volume jam rencana = 0,11 LHRT)
Pemisahan arah:	50/50

4.1.3 Jalan enam-lajur dua-arah (6/2 D)

Anggapan dalam bab ini yang digunakan untuk perencanaan jalan enam-lajur dua-arah, yang merupakan keadaan umum adalah sebagai berikut:

Fungsi jalan:	Arteri (nasional atau propinsi)
Jalur lalu-lintas:	3 x 2 lajur, lebar lajur 3,50 m
Median:	Ada
Bahu jalan:	Lebar bahu efektif rata-rata 2,0 m (dalam = 0,25 m dan luar = 1,75 m)/per arah pada medan datar dan perbukitan, 1,5 m pada medan pegunungan (dalam = 0,25 m dan luar = 1,25 m).

Jarak pandang:	75% dari segmen mempunyai jarak pandang minimum 300m (SDC = A)	
Tipe alinyemen:	Datar, bukit atau gunung (lihat Bagian 1.3)	
Lingkungan:	Daerah perkampungan dengan pengembangan tata guna lahan di sisi jalan 50%	
Hambatan samping:	Sedang (lihat Bagian 1.3)	
Komposisi lalulintas:	Kendaraan Ringan (LV):	57%
	Kendaraan Menengah Berat (MHV):	23%
	Bis Besar (LB):	7%
	Truk Besar+Truk Kombinasi (LT):	4%
	Sepeda Motor (MC):	9%
Faktor-k:	k= 0,11	
Pemisahan arah:	50/50	

4.2 ANALISA PERILAKU LALU-LINTAS

Dengan dasar anggapan-anggapan yang tercatat pada Bagian 4.1 di atas, prosedur yang diusulkan untuk analisa operasional dan perencanaan telah digunakan untuk membuat Tabel 4-2:1 di bawah, yang menghubungkan LHRT atau Q_{DH} dengan perilaku lalu-lintas berupa:

- Kecepatan arus bebas (sama dengan kecepatan pada arus = 0)
- Derajat kejenuhan dan
- Kecepatan (km/jam) pada berbagai nilai arus dan derajat kejenuhan.

Khusus untuk jalan dua lajur dua arah, tak terbagi (2/2 UD), perilaku lalu-lintasnya ditambah dengan Derajat Iringan.

TIPE JALAN / TIPE ALINYEMEN	VARIABLE	LALU-LINTAS HARIAN RATA-RATA TAHUNAN LHRT kend/hari; ARUS LALU-LINTAS PER JAM RENCANA Qd kend/jam Faktor-k = 0,11																			
	LHRT kend/hari	0	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000	35.000	40.000	45.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000	100.000
	Qd kend/jam	0	110	220	330	440	550	1.100	1.650	2.200	2.750	3.300	3.850	4.400	4.950	5.500	6.600	7.700	8.800	9.900	11.000
2/2 UD, datar	Q/C	0,00	0,04	0,08	0,13	0,17	0,22	0,45	0,63	0,82	> 1.0										
	Kecepatan km/jam	63,1	61,8	60,4	59,0	57,4	55,8	48,4	42,7	36,7	29,2										
	Iringan %	0,00	0,13	0,23	0,33	0,41	0,48	0,70	0,79	0,86											
2/2 UD, bukit	Q/C	0,00	0,05	0,11	0,17	0,23	0,29	0,52	0,71	0,94	> 1.0										
	Kecepatan km/jam	59,2	57,6	56,0	54,2	52,4	50,5	43,5	38,1	29,9	27,3										
	Iringan %	0,00	0,16	0,29	0,40	0,49	0,56	0,74	0,82	0,90											
2/2 UD, gunung	Q/C	0,00	0,07	0,14	0,22	0,28	0,34	0,59	0,81	> 1.0											
	Kecepatan km/jam	53,4	51,4	49,6	47,7	45,9	44,3	37,9	32,0	25,3											
	Iringan %	0,00	0,21	0,35	0,47	0,55	0,61	0,77	0,86	0,00											
4/2 UD datar	Q/C	0,00	0,02	0,04	0,05	0,07	0,09	0,18	0,28	0,39	0,50	0,61	0,65	0,73	0,83	0,92	> 1.0				
	Kecepatan km/jam	71,8	71,6	71,4	71,2	71,0	70,7	69,2	67,3	65,1	62,4	59,2	57,9	55,1	51,3	46,2	35,6				
4/2 UD bukit	Q/C	0,00	0,02	0,05	0,07	0,09	0,12	0,24	0,37	0,50	0,60	0,67	0,78	0,89	> 1.0						
	Kecepatan km/jam	64,0	63,8	63,6	63,3	63,0	62,7	60,8	58,5	55,6	55,0	51,2	47,6	42,8	31,8						
4/2 UD gunung	Q/C	0,00	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,30	0,44	0,56	0,62	0,75	0,87	0,99	> 1.0						
	Kecepatan km/jam	56,3	56,0	55,7	55,4	55,0	54,6	52,5	50,0	47,6	46,1	42,8	38,3	29,2	28,2						
4/2 D datar	Q/C	0,00	0,02	0,03	0,05	0,06	0,08	0,16	0,24	0,33	0,42	0,52	0,59	0,63	0,71	0,79	0,95	> 1.0			
	Kecepatan km/jam	77,2	77,1	76,9	79,6	76,4	76,2	74,7	73,1	71,1	68,8	66,1	63,8	62,6	59,8	56,5	46,9	38,5			
4/2 D bukit	Q/C	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,20	0,31	0,42	0,54	0,59	0,67	0,76	0,86	0,95	> 1.0				
	Kecepatan km/jam	67,3	67,1	66,9	66,6	66,3	66,0	64,3	62,3	59,9	57,1	55,6	53,5	50,2	46,2	40,4	33,2				
4/2 D gunung	Q/C	0,00	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,26	0,38	0,50	0,56	0,64	0,74	0,85	0,96	> 1.0					
	Kecepatan km/jam	58,8	58,6	58,3	58,0	57,6	57,3	55,4	53,2	50,8	49,4	47,5	44,4	40,7	35,0	29,7					
6/2 D datar	Q/C	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,10	0,16	0,21	0,27	0,33	0,39	0,45	0,52	0,59	0,63	0,74	0,84	0,95	> 1.0
	Kecepatan km/jam	82,3	82,2	82,1	81,9	81,8	81,6	80,7	79,7	78,5	77,3	75,8	74,2	72,4	70,5	68,2	66,7	62,6	57,4	49,9	40,6
6/2 D bukit	Q/C	0,00	0,01	0,03	0,04	0,05	0,07	0,13	0,20	0,28	0,35	0,43	0,50	0,57	0,60	0,64	0,76	0,89	> 1.0		
	Kecepatan km/jam	70,4	70,3	70,2	70,0	69,8	69,6	68,5	67,3	65,9	64,4	62,7	60,7	59,0	58,1	56,9	52,5	46,6	34,9	32,0	
6/2 D gunung	Q/C	0,00	0,02	0,04	0,05	0,07	0,09	0,17	0,26	0,34	0,42	0,50	0,55	0,58	0,64	0,71	0,85	0,99	> 1.0		
	Kecepatan km/jam	61,0	60,9	60,7	60,5	60,2	60,0	58,8	57,4	56,0	54,4	52,7	51,5	50,7	49,3	47,3	42,3	32,7	29,8		

Tabel 4-2:1 Perilaku lalu-lintas sebagai fungsi dari tipe jalan, tipe alinyemen dan LHRT

Tabel 4-2:1 dapat digunakan dalam cara-cara utama berikut:

a) Memperkirakan perilaku lalu-lintas pada berbagai tipe jalan dengan tingkatan LHRT atau jam rencana (Q_{DH}) tertentu, Interpolasi linier dapat dikerjakan untuk nilai arus yang terletak di antara nilai yang diberikan pada bagian atas tabel.

b) Memperkirakan arus lalu-lintas dalam LHRT yang dapat ditampung oleh berbagai tipe jalan dalam ukuran perilaku lalu-lintas yaitu derajat kejenuhan, kecepatan dan derajat iringan yang masih diijinkan.

Jika anggapan dasar mengenai faktor-k dan komposisi lalu-lintas tidak berlaku bagi soal yang dipelajari, Tabel 4.2:1 dapat dipergunakan dengan memakai arus jam rencana (Q_{DH}) sebagai berikut:

Hitung parameter berikut:

.1 Hitung Q_{DH} = LHRT × k (kend/jam)

.2 Hitung faktor-P untuk mengubah kend/jam menjadi smp/jam dengan menggunakan komposisi lalu-lintas dan emp (lihat Formulir IR-2) sebagai berikut:

Kondisi lapangan:

$$P_{act} = (LV_{act}\%\ emp_{LV} + MHV_{act}\%\ emp_{MHV} + LB_{act}\%\ emp_{LB} + LT_{act}\%\ emp_{LT} + MC_{act}\%\ emp_{MC})/100$$

Anggapan kondisi standar (lihat Bagian 4.1)

$$P_{ass} = (LV_{ass}\%\ emp_{LV} + MHV_{ass}\%\ emp_{MHV} + LB_{ass}\%\ emp_{LB} + LT_{ass}\%\ emp_{LT} + MC_{ass}\%\ emp_{MC})/100$$

.3 Hitung arus jam rencana yang telah disesuaikan (Q_{DHadj}) dalam kend/jam:

$$Q_{DHadj} = Q_{LHRT} \times k \times P_{act}/P_{ass}\ (kend/jam)$$

.4 Gunakan nilai terhitung Q_{DHadj} dan bukan Q_{DH} ketika menggunakan Tabel 4-2:1

Tidak diperlukan formulir kerja untuk melaksanakan evaluasi yang disebutkan di atas. Meskipun demikian, jika kondisinya berbeda cukup berarti dari kondisi anggapan yang diberikan pada Bagian 4.1 di atas, maka harus digunakan nilai(-nilai) yang sesuai, dan analisa operasional/perencanaan dilakukan sebagaimana diuraikan dalam Bagian 3. Ini pertama-tama memerlukan konversi dari LHRT ke jam puncak, dengan menggunakan faktor LHRT (nilai normal: k = 0,11). Contoh soal di mana analisa operasional diperlukan adalah :

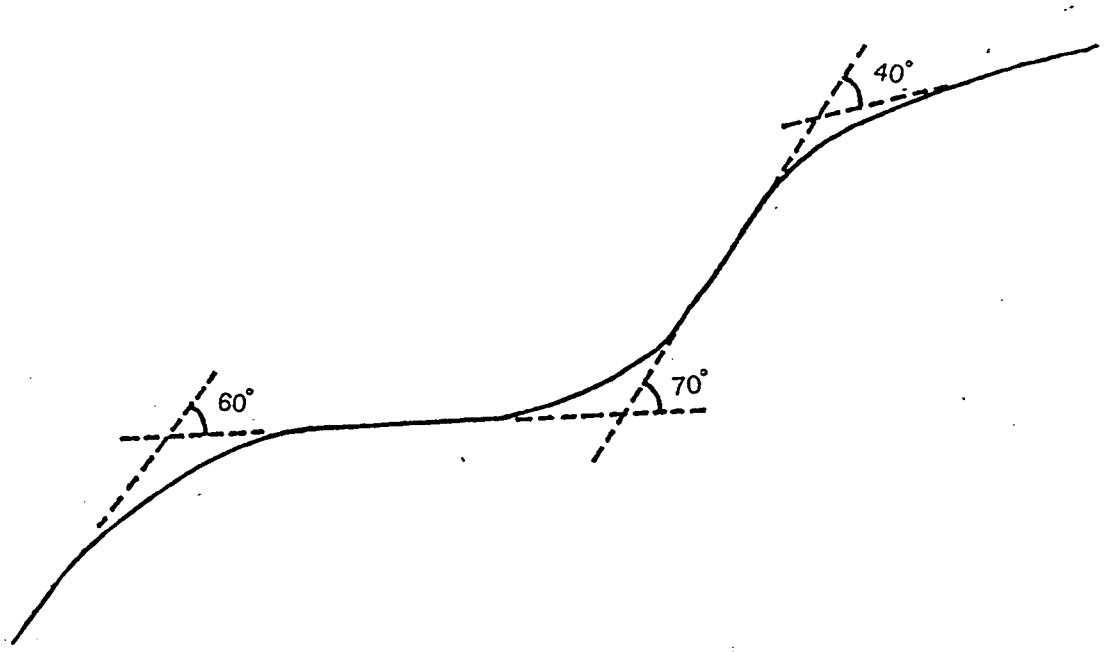
- jika lalu-lintas sangat berbeda dari yang dianggap, misalnya, dalam Nilai-k, komposisi lalu-lintas dan pemisahan arah. Formulir IR-2 oleh karenanya harus digunakan untuk menghitung arus jam rencana, dan Formulir IR-3 digunakan untuk perhitungan ukuran kinerja (jalan) yang berbeda.

- jika lebar jalur lalu-lintas segmen rencana yang dianalisa sangat berbeda dari anggapan dasar.
- jika alinyemen horisontal dan vertikal sangat berbeda dari tipe alinyemen yang dianggap.
- jika guna lahan dan hambatan samping berbeda lebih dari satu kelas dari anggapan yang dibuat.

5. CONTOH-CONTOH PERHITUNGAN

5.1 KONVERSI MENJADI RADIAN/KM

Misalkan suatu segmen jalan dengan panjang 3,0 km mempunyai alinyemen horisontal seperti terlihat dalam Gambar 5-1:1 di bawah:



Gambar 5-1:1Contoh alinyemen horisontal

Lengkung horisontal (rad/km) dihitung sebagai berikut:

$$\frac{(60 + 70 + 40)/360 \ 2\pi \text{ rad}}{3 \text{ km}} = 0{,}99 \text{ rad/km}$$

5.2 CONTOH 1: ANALISA OPERASIONAL JALAN DUA-LAJUR DUA-ARAH (2/2 UD)

KONDISI

SOAL A: 1994

Geometrik: Lebar jalur lalu-lintas efektif 6,0 m, Perkerasan lentur kondisi baik, Bahu efektif pada kedua sisi 1,0 m (kerikil, rata dengan jalur lalu-lintas) 50% segmen dengan jarak pandang ≥ 300 m (SDC=B)

Alinyemen: datar

Lalu-lintas: Perhitungan arus per jenis pada bulan Maret 1994 pada kedua arah:

Jenis kendaraan	kend/jam rencana
- Kendaraan ringan:	1.168
- Kendaraan berat menengah:	455
- Bus besar:	139
- Truk besar + Truk Kombinasi:	59
- Sepeda motor:	159

Pemisahan arah 55 - 45

Guna lahan: Daerah pertanian pedalaman dengan pengembangan guna lahan di samping jalan 25%

Hambatan samping: Tidak tersedia pencatatan hambatan samping, tetapi tidak ada kegiatan yang dapat menimbulkan hambatan samping yang terlihat.

PERTANYAAN 1:

Hitung nilai-nilai berikut pada kondisi lapangan bulan Maret 1994 untuk Soal A: 1994:

- Kecepatan arus bebas
- Kapasitas
- Derajat kejenuhan
- Kecepatan
- Derajat iringan

PERTANYAAN 2:

Anggap pertumbuhan lalu-lintas tahunan 7%, tersebar merata pada seluruh jenis kendaraan.

Ramalkan parameter berikut untuk tahun 2000 (setelah enam tahun) (kondisi lainnya tetap):

SOAL A: 2000

- Derajat kejenuhan
- Kecepatan
- Derajat iringan

PERTANYAAN 3:

Dengan menggunakan data lalu-lintas untuk tahun 2000 (dari pertanyaan 2 di atas) perkirakan pengaruhnya pada kapasitas, derajat kejenuhan dan derajat iringan dari alternatif tindakan berikut (kondisi lainnya tetap):

SOAL B: 2000 Pelebaran jalur lalu-lintas menjadi 10 m (2/2 UD)
SOAL C: 2000 Pelebaran jalur lalu-lintas menjadi 14 m (4/2 UD)

Pada kedua soal, bahu yang baru mempunyai lebar efektif 1,0 m pada masing-masing sisi.

PENYELESAIAN:

Data dan perhitungan ditunjukkan pada Formulir-formulir di bawah.

1. Soal A: 1994:

- Kecepatan arus bebas = 58 km/jam
- Kapasitas = 2.709 smp/jam
- Derajat kejenuhan = 0,81
- Kecepatan = 34 km/jam
- Derajat iringan = 0,86

2. Soal A: 2000:

- Lalu-lintas pada tahun 2000:

LV	$= 1.168\ (1 + 0{,}07)^6$	=	1.753
MHV	$= 455\ (1 + 0{,}07)^6$	=	683
LB	$= 139\ (1 + 0{,}07)^6$	=	209
LT	$= 59\ (1 + 0{,}07)^6$	=	89
MC	$= 159\ (1 + 0{,}07)^6$	=	239
Jumlah:		=	2.973 kend/jam

- F_{smp}: A:2000 = 1.109; Q = 3.296 smp/jam
- Derajat kejenuhan, DS = Q/C = 3.296/2.709 = 1,22
- Kecepatan: tidak dapat dihitung pada kondisi lewat-jenuh
- Derajat iringan: tidak dapat dihitung pada kondisi lewat-jenuh.

Perhatikan bahwa derajat kejenuhan yang dihitung menunjukkan bahwa kebutuhan lalu-lintas untuk jam rencana benar-benar melampaui kapasitas. Dalam kenyataan, ini menunjukkan kondisi macet.

3. Soal B: 2000:

- Kecepatan arus bebas = 63 km/jam
- Kapasitas = 3.602 smp/jam
- F_{smp} = 1,101; Q = 2.973 × 1,101 = 3.273
- Derajat kejenuhan, DS = Q/C = 3.273/3.602 = 0,91
- Kecepatan = 33 km/jam
- Derajat iringan = 0,89

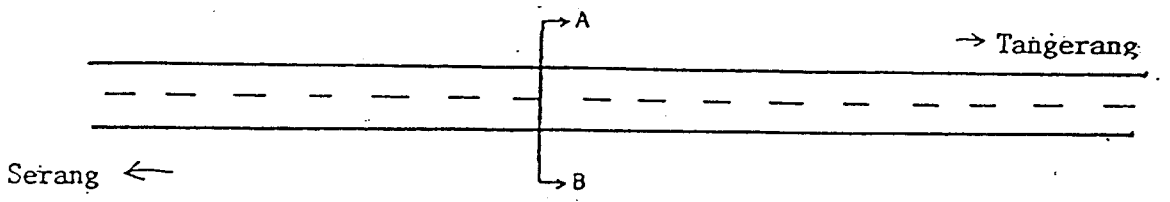
Soal C: 2000:

- Kecepatan arus bebas = 71 km/jam
- Kapasitas = 6.564 smp/jam
- F_{smp} = 1,197; Q = 2.973 × 1,197 = 3.560
- Derajat kejenuhan, DS = Q/C = 3.560/6.564 = 0,54
- Kecepatan = 60,5 km/jam
- Derajat iringan hanya berlaku untuk 2/2 UD.

Formulir IR - 1

JALAN LUAR KOTA	Tanggal:	14 September 1995	Ditangani oleh:	ALS
FORMULIR IR-1: DATA MASUKAN	Propinsi:	Jawa Barat	Diperiksa oleh:	JT
- DATA UMUM	No. Ruas:	22003	Kode segmen:	
- GEOMETRIK JALAN	Segmen antara	Serang dan Tangerang		
	Kelas admin.jalan:	Nasional	Tipe jalan:	2/2 UD
	Panjang (km):	10	Kelas fungsional:	Kolektor
	Waktu:	Maret 1994	No. soal:	A:1994

Alinyemen Horisontal A:2000



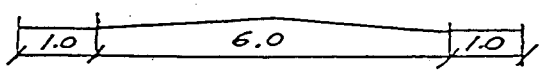
Lengkung horisontal (rad/km):	Tidak ada			Pengembangan di	Sisi A	Sisi B	Rata-rata
Jarak pandangan > 300 m (%):	50	SDC:	B	sisi jalan (%):	25	25	25

Alinyemen Vertikal

Naik + turun (m/km):	Tidak ada	Panjang dlm km (hanya kelandaian khusus):	Tidak ada
Tipe alinyemen: (lingkari)	Datar/Bukit/Gunung	Kemiringan dlm % (hanya kelandaian khusus):	Tidak ada

Penampang melintang

Sisi A Sisi B



	Sisi A	Sisi B	Total	Rata-rata
Lebar jalur lalu-lintas rata-rata (Wc, m):	3,0	3,0	6,0	
Lebar bahu efektif (Ws, m):	1,0	1,0	2,0	1,0

Kondisi permukaan jalan

Kondisi jalur lalu-lintas	Sisi A	Sisi B
Tipe perkerasan: Lentur (aspal), Beton, Kerikil	Lentur	Lentur
Kondisi perkerasan: Baik, Sedang, Buruk IRI=	Baik	Baik

Kondisi bahu	Sisi A		Sisi B	
	Luar	Dalam	Dalam	Luar
Tipe permukaan: Lentur(aspal), Beton, Kerikil	Kerikil			Kerikil
Beda tinggi dengan jalan (cm):	0,0			0,0 0,0
Penggunaan: Lalu-lintas, Parkir, Berhenti darurat	Berhenti			Berhenti

Kondisi pengaturan lalu-lintas

Batas kecepatan (km/jam):	Tidak ada	Lain-lain:	Tidak ada
Berat kotor maksimum (ton):	Tidak ada		

3860\CHAP6\FORMS\IR-2X1.WQ!
8 Mei 1996/JT

Formulir IR - 2

JALAN LUAR KOTA	Tanggal:	*14 September 1995*	Ditangani oleh:	*KLB*
FORMULIR IR-2: DATA MASUKAN	No. ruas:	*22003*	Diperiksa oleh.	*JT*
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:			
- HAMBATAN SAMPING	Nomor soal:	*A:1994*		

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend/hari) =		faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %	MHV %	LB %	LT %	MC %

Data arus per jam menurut jenis

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Menengah Berat		Bis Besar		Truk Besar		Sepeda Motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	MHV:	*1,30*	LB:	*1,50*	LT:	*2,50*	MC:	*0,50*			
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	MHV:	*1,30*	LB:	*1,50*	LT:	*2,50*	MC:	*0,50*			
2	Arah	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	Arah %	kend/jam	smp/jam
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
3	1	*642*	*642*	*250*	*325*	*76*	*114*	*32*	*80*	*87*	*44*	*55*	*1087*	*1205*
4	2	*526*	*526*	*205*	*267*	*63*	*95*	*27*	*68*	*72*	*36*	*45*	*893*	*992*
5	1+2	*1168*	*1168*	*455*	*592*	*139*	*209*	*59*	*148*	*159*	*80*		*1980*	*2197*
6	Catatan: Untuk kelandaian khusus arah 1 = naik, arah 2 = turun									Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			*54,9 %*	
7										Faktor-smp F_{SMP} =				*1,110*

Kelas Hambatan Samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,6	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	0,8	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas Hambatan Samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 50	Perkebunan/daerah belum berkembang,tidak ada kegiatan	Sangat rendah	(VL)
50 - 149	Beberapa permukiman & kegiatan rendah	Rendah	L
150 - 249	Pedesaan, kegiatan pemukiman	Sedang	M
250 - 349	Pedesaan, beberapa kegiatan pasar	Tinggi	H
> 350	Dekat perkotaan, kegiatan pasar/perniagaan	Sangat tinggi	VH

3860\CHAP6\EXAMPLES\JR-2X1A.WQ!
8 Mei 1996/JT

Formulir IR -

JALAN LUAR KOTA	Tanggal:	*14 September 1995*	Ditangani oleh:	*KLB*
FORMULIR IR-2: DATA MASUKAN	No. ruas:	*22003*	Diperiksa oleh:	*JT*
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:			
- HAMBATAN SAMPING	Nomor soal:	*A:2000*		

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend/hari) =		faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %	MHV %	LB %	LT %	MC %

Data arus per jam menurut jenis

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Menengah Berat		Bis Besar		Truk Besar		Sepeda Motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1.00	MHV:	*1,30*	LB:	*1,50*	LT:	*2,50*	MC:	*0,50*			
1,2	emp arah 2	LV:	1.00	MHV:	*1,30*	LB:	*1,50*	LT:	*2,50*	MC:	*0,50*			
2	Arah	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	Arah %	kend/jam	smp/jam
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
3	1	*964*	*964*	*376*	*488*	*115*	*172*	*49*	*122*	*131*	*66*	*55*	*1635*	*1812*
4	2	*789*	*789*	*307*	*400*	*94*	*141*	*40*	*100*	*108*	*54*	*45*	*1338*	*1484*
5	1+2	*1753*	*1753*	*683*	*888*	*209*	*313*	*89*	*222*	*239*	*120*		*2973*	*3296*
6	Catatan: Untuk kelandaian khusus arah 1 = naik, arah 2 = turun									Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			*55,0 %*	
7										Faktor-smp F_{SMP} =				*1,109*

Kelas Hambatan Samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,6	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	0,8	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

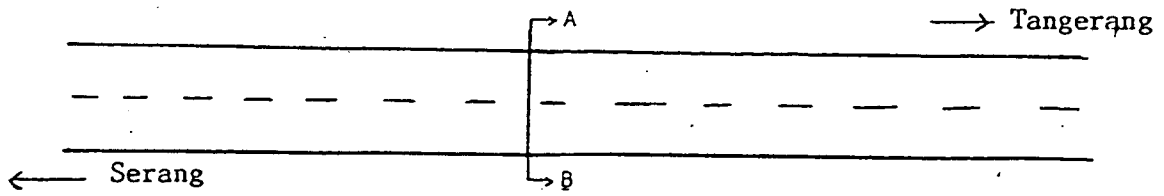
2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas Hambatan Samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 50	Perkebunan/daerah belum berkembang,tidak ada kegiatan	Sangat rendah	(VL)
50 - 149	Beberapa permukiman & kegiatan rendah	Rendah	L
150 - 249	Pedesaan, kegiatan pemukiman	Sedang	M
250 - 349	Pedesaan, beberapa kegiatan pasar	Tinggi	H
> 350	Dekat perkotaan, kegiatan pasar/perniagaan	Sangat tinggi	VH

Formulir IR - 1

JALAN LUAR KOTA FORMULIR IR-1: DATA MASUKAN - DATA UMUM - GEOMETRIK JALAN				
	Tanggal:	*14 September 1995*	Ditangani oleh:	*KLB*
	Propinsi:	*Jawa Barat*	Diperiksa oleh:	*JT*
	No. Ruas:	*22003*	Kode segmen:	
	Segmen antara	Serang dan Tangerang		
	Kelas admin jalan:	*Nasional*	Tipe jalan:	*2/2 UD*
	Panjang (km):	*10*	Kelas fungsional:	*Kolektor*
	Waktu:	*Maret 1994*	No. soal:	*B:2000*

Alinyemen Horisontal



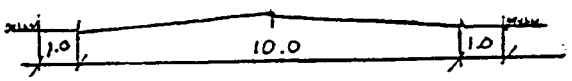
Lengkung horisontal (rad/km):	*Tidak ada*			Pengembangan di	Sisi A	Sisi B	Rata-rata
Jarak pandangan > 300 m (%):	*50*	SDC:	*B*	sisi jalan (%):	*25*	*25*	*25*

Alinyemen Vertikal

Naik + turun (m/km):	*Tidak ada*	Panjang dlm km (hanya kelandaian khusus):	*Tidak ada*
Tipe alinyemen: (lingkari)	(Datar)/Bukit/Gunung	Kemiringan dlm % (hanya kelandaian khusus):	*Tidak ada*

Penampang melintang

Sisi A Sisi B



	Sisi A	Sisi B	Total	Rata-rata
Lebar jalur lalu-lintas rata-rata (Wc, m):	*5,0*	*5,0*	*10,0*	
Lebar bahu efektif (Ws, m):	*1,0*	*1,0*	*2,0*	*1,0*

Kondisi permukaan jalan

Kondisi jalur lalu-lintas	Sisi A	Sisi B
Tipe perkerasan: Lentur (aspal), Beton, Kerikil	*Lentur*	*Lentur*
Kondisi perkerasan: Baik, Sedang, Buruk IRI=	*Baik*	*Baik*

Kondisi bahu	Sisi A		Sisi B	
	Luar	Dalam	Dalam	Luar
Tipe permukaan: Lentur(aspal), Beton, Kerikil	*Kerikil*			*Kerikil*
Beda tinggi dengan jalan (cm):	*0,0*			*0,0*
Penggunaan: Lalu-lintas, Parkir, Berhenti darura	*Berhenti*			*Berhenti*

Kondisi pengaturan lalu-lintas

Batas kecepatan (km/jam):	*Tidak ada*	Lain-lain:	*Tidak ada*
Berat kotor maksimum (ton):	*Tidak ada*		

3860\CHAP6\EXAMPLES\IR-2X2.WQ!
8 Mei 1996/JT

Formulir IR - .

JALAN LUAR KOTA	Tanggal:	*14 September 1995*	Ditangani oleh:	*KLB*
FORMULIR IR-2: DATA MASUKAN	No. ruas:	*22003*	Diperiksa oleh:	*JT*
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:			
- HAMBATAN SAMPING	Nomor soal:	*B:2000*		

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend/hari) =		faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =						
Komposisi %	LV %		MHV %		LB %		LT %		MC %	

Data arus per jam menurut jenis

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Menengah Berat		Bis Besar		Truk Besar		Sepeda Motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	MHV:	*1,30*	LB:	*1,50*	LT:	*2,50*	MC:	*0,40*			
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	MHV:	*1,30*	LB:	*1,50*	LT:	*2,50*	MC:	*0,40*			
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	kend/jam (8)	smp/jam (9)	kend/jam (10)	smp/jam (11)	Arah % (12)	kend/jam (13)	smp/jam (14)
3	1	*964*	*964*	*376*	*488*	*115*	*173*	*49*	*123*	*131*	*52*	*55*	*1635*	*1801*
4	2	*789*	*789*	*307*	*400*	*94*	*141*	*40*	*100*	*108*	*43*	*45*	*1338*	*1472*
5	1+2	*1753*	*1753*	*683*	*888*	*209*	*314*	*89*	*223*	*239*	*95*		*2973*	*3273*
6	Catatan: Untuk kelandaian khusus arah 1 = naik, arah 2 = turun									Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			*55,0 %*	
7										Faktor-smp F_{SMP} =				*1,101*

Kelas Hambatan Samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,6	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	0,8	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

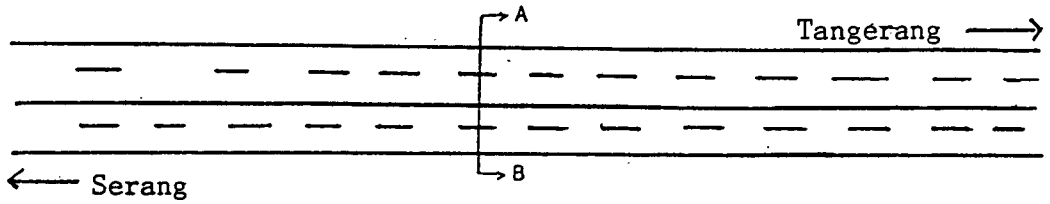
2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas Hambatan Samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 50	Perkebunan/daerah belum berkembang,tidak ada kegiatan	Sangat rendah	(VL)
50 - 149	Beberapa permukiman & kegiatan rendah	Rendah	L
150 - 249	Pedesaan, kegiatan pemukiman	Sedang	M
250 - 349	Pedesaan, beberapa kegiatan pasar	Tinggi	H
> 350	Dekat perkotaan, kegiatan pasar/perniagaan	Sangat tinggi	VH

Formulir IR - 1

JALAN LUAR KOTA FORMULIR IR-1: DATA MASUKAN - DATA UMUM - GEOMETRIK JALAN	Tanggal:	*14 September 1995*	Ditangani oleh:	*KLB*
	Propinsi:	*Jawa Barat*	Diperiksa oleh:	*JT*
	No. Ruas:	*22003*	Kode segmen:	
	Segmen antara	Serang dan Tangerang		
	Kelas admin.jalan:	*Nasional*	Tipe jalan:	*4/2 UD*
	Panjang (km):	*10*	Kelas fungsional:	*Kolektor*
	Waktu:	*Maret 1994*	No. soal:	*C:2000*

Alinyemen Horisontal



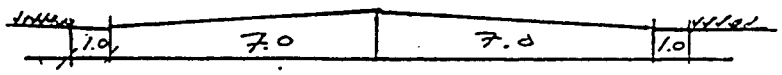
Lengkung horisontal (rad/km):	*Tidak ada*			Pengembangan di sisi jalan (%):	Sisi A	Sisi B	Rata-rata
Jarak pandangan > 300 m (%):	*50*	SDC:	*B*		*25*	*25*	*25*

Alinyemen Vertikal

Naik + turun (m/km):	*Tidak ada*	Panjang dlm km (hanya kelandaian khusus):	*Tidak ada*
Tipe alinyemen: (lingkari)	Datar/Bukit/Gunung	Kemiringan dlm % (hanya kelandaian khusus):	*Tidak ada*

Penampang melintang

Sisi A Sisi B



	Sisi A	Sisi B	Total	Rata-rata
Lebar jalur lalu-lintas rata-rata (Wc, m):	*7,0*	*7,0*	*14,0*	
Lebar bahu efektif (Ws, m):	*1,0*	*1,0*	*2,0*	*1,0*

Kondisi permukaan jalan

Kondisi jalur lalu-lintas	Sisi A	Sisi B
Tipe perkerasan: Lentur (aspal), Beton, Kerikil	*Lentur*	*Lentur*
Kondisi perkerasan: Baik, Sedang, Buruk IRI=	*Baik*	*Baik*

Kondisi bahu	Sisi A		Sisi B	
	Luar	Dalam	Dalam	Luar
Tipe permukaan: Lentur(aspal), Beton, Kerikil	*Kerikil*			*Kerikil*
Beda tinggi dengan jalan (cm):	*0,0*			*0,0*
Penggunaan: Lalu-lintas, Parkir, Berhenti darurat	*Berhenti*			*Berhenti*

Kondisi pengaturan lalu-lintas

Batas kecepatan (km/jam):	*Tidak ada*	Lain-lain:	*Tidak ada*
Berat kotor maksimum (ton):	*Tidak ada*		

Formulir IR - 1

JALAN LUAR KOTA	Tanggal:	*14 September 1995*	Ditangani oleh:	*KLB*
FORMULIR IR-2: DATA MASUKAN	No. ruas:	*22003*	Diperiksa oleh:	*JT*
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:			
- HAMBATAN SAMPING	Nomor soal:	*C:2000 4/2 UD*		

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend/hari) =		faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %	MHV %	LB %	LT %	MC %

Data arus per jam menurut jenis

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Menengah Berat		Bis Besar		Truk Besar		Sepeda Motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	MHV:	*1,56*	LB:	*1,65*	LT:	*2,41*	MC:	*0,76*			
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	MHV:	*1,56*	LB:	*1,65*	LT:	*2,41*	MC:	*0,76*			
2	Arah	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	Arah %	kend/jam	smp/jam
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
3	1	*964*	*964*	*376*	*587*	*115*	*190*	*49*	*118*	*131*	*100*	*55*	*1635*	*1959*
4	2	*789*	*789*	*307*	*479*	*94*	*155*	*40*	*96*	*108*	*82*	*45*	*1338*	*1601*
5	1+2	*1753*	*1753*	*683*	*1066*	*209*	*345*	*89*	*214*	*239*	*182*		*2973*	*3560*
6	Catatan: Untuk kelandaian khusus arah 1 = naik, arah 2 = turun									Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1,2})$			*55,0 %*	
7										Faktor-smp F_{SMP} =				*1,197*

Kelas Hambatan Samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,6	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	0,8	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas Hambatan Samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 50	Perkebunan/daerah belum berkembang,tidak ada kegiatan	Sangat rendah	(VL)
50 - 149	Beberapa permukiman & kegiatan rendah	Rendah	L
150 - 249	Pedesaan, kegiatan pemukiman	Sedang	M
250 - 349	Pedesaan, beberapa kegiatan pasar	Tinggi	H
> 350	Dekat perkotaan, kegiatan pasar/perniagaan	Sangat tinggi	VH

3860/CHAP6/FORMS/IR-3X1.WQ!
11/9 95/KLB/EN Rev. 13/11/96

Formulir IR - 3

JALAN LUAR KOTA	Tanggal:	*14 Sept. 1995*	Ditangani oleh:	*KLB*
FORMULIR IR-3: ANALISA	No. ruas:	*22003*	Diperiksa oleh:	*JT*
- KECEPATAN, KAPASITAS	Kode segmen:			
- IRINGAN	Periode waktu:	*A:1994; A:2000; B:2000; C:2000*		

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_0 Tabel B-1:1 atau 2 (km/jam)	Penyesuaian untuk lebar jalur lalu-lintas FV_W Tabel B-2:1 (km/jam)	$FV_0 + FV_W$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian: Hambatan samping FFV_{SF} Tabel B-3:1	Faktor penyesuaian: Fungsi jalan dan guna lahan FFV_{CS} Tabel B-4:1	Kecepatan arus bebas FV (4) x (5) x (6) (km/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
A:1994	*65*	*-3*	*62*	*1*	*0,93*	*58*
A:2000	*65*	*-3*	*62*	*1*	*0,93*	*58*
B:2000	*65*	*3*	*68*	*1*	*0,93*	*63*
C:2000	*74*	*0*	*74*	*1*	*0,96*	*71*

Kapasitas

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF}$$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_0 Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas: Lebar jalur FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-3:1	Hambatan samping FC_{SF} Tabel C-4:1	Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
A:1994	*3100*	*0,91*	*0,97*	*0,99*	*2709*
A:2000	*3100*	*0,91*	*0,97*	*0,99*	*2709*
B:2000	*3100*	*1,21*	*0,97*	*0,99*	*3602*
C:2000	*6800*	*1,00*	*0,975*	*0,99*	*6564*

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu-lintas Q Formulir IR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan V_{LV} Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
A:1994	*2197*	*0,81*	*34*	*10*	*0,294*
A:2000	*3296*	*1,22*	*NA*		*NA*
B:2000	*3273*	*0,91*	*33*	*10*	*0,303*
C:2000	*3560*	*0,54*	*60,5*	*10*	*0,167*

Hanya untuk 2/2 UD: Derajat iringan

Soal/ Arah	Derajat iringan DB Gambar D-3:1
(30)	(31)
A:1994	*0,86*
A:2000	*NA*
B:2000	*0,89*
C:2000	

5.3 CONTOH 2: ANALISA PERANCANGAN

KONDISI

Fungsi jalan : Arteri

Alinyemen : Datar

Lalu-lintas : LHRT 2.750 kend/hari pada tahun 1995

Anggapan komposisi lalu-lintas
Jenis kendaraan%

- Kendaraan ringan:	53
- Kendaraan berat menengah:	22
- Bus besar:	10
- Truk besar:	4
- Sepeda motor:	11

Pemisahan arah 55 - 50

Pertumbuhan lalu-lintas tahunan: 8%

Guna lahan: Daerah pedalaman melalui beberapa kampung kecil dengan aktivitas samping jalan terbatas

Pertanyaan:

1. Tipe jalan mana yang paling ekonomis untuk kondisi ini? (umur rencana = 23 tahun)

2. Tipe jalan mana yang diperlukan untuk mempertahankan kecepatan rata-rata minimum 50 km/jam selama umur rencana ?

3. Berapakah nilainya pada tahun 1 dan pada akhir tahun ke 23 untuk soal 1 dan 2 ?:
   - Kecepatan
   - Derajat kejenuhan
   - Derajat iringan

Penyelesaian:

Pertanyaan 1

Untuk menjawab soal ini, gunakan Tabel 2.5.3:1 untuk konstruksi baru (Panduan rekayasa lalu-lintas).

$$Q_{DH} = LHRT \times k$$
$$= 2{,}750 \times 0.11 = 303 \text{ kend/jam}$$

Sebelum memilih tipe jalan yang diperlukan yang sesuai analisa BSH, arus jam rencana harus disesuaikan karena ada perbedaan pertambahan lalu-lintas. (Analisa BSH menggunakan 6,5% pertambahan lalu-lintas). Komposisi lalu-lintas dalam hal ini tidak banyak berbeda dengan nilai yang digunakan dalam analisa BSH, sehingga perbedaan ini dapat diabaikan.

$$Q_{DH}^{*} = 303 \times ((1 + 0.08)^{23} / (1 + 0.065)^{23})$$
$$= 418 \text{ kend/jam}$$

Berdasarkan Tabel 2.5.3:1, tipe jalan yang diperlukan untuk arus 418 kend/jam adalah 2/2 UD dengan lebar jalur 7,0 m (lebar bahu = 1,5m pada kedua sisi)

Soal 2

Untuk menjawab soal ini, gunakan Gambar 2.5.3:1.

1995 : $Q_{DH} = 303$ kend/jam
2018 : $Q_{DH} = 303 \times (1 + 0.08)^{23} = 1779$ kend/jam

Berdasarkan Tabel 2.5.3:1, tipe jalan alinyemen bukit dan hambatan samping rendah, tipe jalan minimum yang diperlukan adalah 4/2 UD dengan lebar lajur 12,0 m.

Soal 3

Tidak diperlukan formulir untuk menjawab soal ini, gunakan Tabel 4.2.1 atau Gambar 2.5.3:1-3 secara langsung. (Komposisi lalu-lintas, pemisahan arah dan hambatan samping sama dengan anggapan dasar untuk tujuan perancangan)

* Soal 1A : 2/2 UD 7m - tahun-1

Q = 303 kend/jam :
- Kecepatan = 54,6 km/h
- Derajat kejenuhan = 0,152
- Derajat iringan = 0,372

* Soal 1B : 2/2 UD 7m - tahun-23

Q = 1779 kend/jam :
- Kecepatan = 36,5 km/h
- Derajat kejenuhan = 0,761

- Derajat iringan = 0,842

* Soal 2A : 4/2 UD 12m - tahun-1

Karena tidak ada 4/2UD 12 m dalam tabel perancangan (Tabel 4.2:1), 4/2 UD 14m dapat digunakan sebagai pendekatan.

Untuk 4/2UD 14 m, didapatkan:

Q = 303 kend/jam : - Kecepatan = 63,36 km/jam
- Derajat kejenuhan = 0,064

Harus dilakukan penyesuaian untuk mendapatkan nilai-nilai 4/2 UD - 12m.
Gunakan Tabel B-2:1, untuk menyesuaikan kecepatan dan Tabel C-2:1 untuk menyesuaikan DS.

Tipe jalan	FV_w	FC_w
4/2UD 12 m	-2	0,91
4/2UD 14 m	0	1,00

Untuk 4/2UD 12 m, didapatkan :
- Kecepatan = 63,36 - 2 = 61,36 km/h
- Derajat kejenuhan = 0,064/0,91 = 0,07

* Soal 2B : 4/2 UD 12m - tahun-23

Untuk 4/2UD 14 m, didapatkan :
Q = 1779 kend/jam : - Kecepatan = 57,84 km/jam
- Derajat kejenuhan = 0,397

Untuk 4/2UD 12 m, didapatkan :
- Kecepatan = 57,84 - 2 = 55,84 km/h
- Derajat kejenuhan = 0,397/0,91 = 0,436

5.4 CONTOH 3: ANALISA OPERASIONAL KELANDAIAN KHUSUS

Suatu jalan nasional luar-kota dua-lajur pada alinyemen gunung mempunyai kelandaian rata-rata 7%, sepanjang 3 km. Karakteristik lain yang perlu adalah:

* Karakteristik jalan: Lebar jalur lalu-lintas 6,5 m dengan bahu 1 m. Perkerasan lentur dalam kondisi baik. Perkembangan guna lahan samping jalan rata-rata 25%, Jalan tersebut adalah jalan arteri.

* Karakteristik lalu-lintas:

  Perhitungan lalu-lintas per jenis, Juni 95

Tipe kendaraan	Arus lalu-lintas (kend/jam) Mendaki (arah 1)	Menurun (arah 2)	Total
Kendaraan Ringan	181	269	450
Kendaraan Berat Menengah	74	114	188
Bis Besar	30	43	73
Truk Besar	15	24	39
Sepeda Motor	30	30	60
	330	480	810

* Hambatan samping dapat dianggap rendah.

Pertanyaan:

1. Soal A: 1995
   a) Kecepatan mendaki berapakah dapat diharapkan untuk kendaraan ringan ($V_{LV,UH}$)?
   b) Berapakah kapasitas dari kelandaian khusus tersebut?

2. Soal B: 1995
   Sebagai tindakan untuk memperbaiki jalan, suatu lajur pendakian tambahan dengan lebar 3,5 m direncanakan untuk ditambahkan. Bahu tetap 1 m.
   Berapakah kecepatan mendaki kendaraan ringan yang dapat diharapkan sekarang?

Penyelesaian:

Lihat Formulir di bawah

1 a). V kend. ringan mendaki = 35,5 km/jam

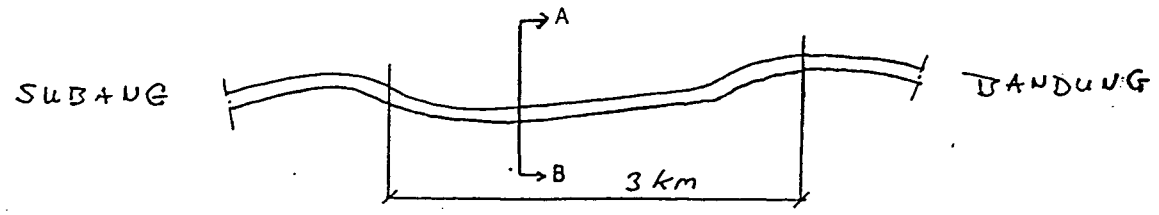
b). C = 2.707 smp/jam

2. V kend ringan mendaki = 46 km/jam

Formulir IR - 1

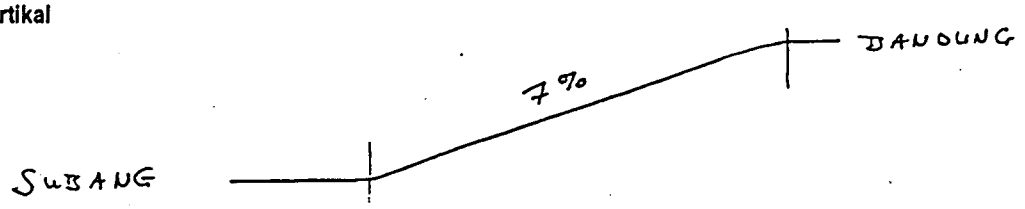
JALAN LUAR KOTA FORMULIR IR-1: DATA MASUKAN - DATA UMUM - GEOMETRIK JALAN	Tanggal:	13 Juli 1995	Ditangani oleh:	KLB
	Propinsi:	Jawa Barat	Diperiksa oleh:	JT
	No. Ruas:	22075	Kode segmen:	
	Segmen antara	Bandung dan Subang		
	Kelas admin.jalan:	Nasional	Tipe jalan:	2/2 UD
	Panjang (km):	30 km	Kelas fungsional:	Arteri
	Waktu:	Juni 1995	No. soal:	A: 1995

Alinyemen Horisontal



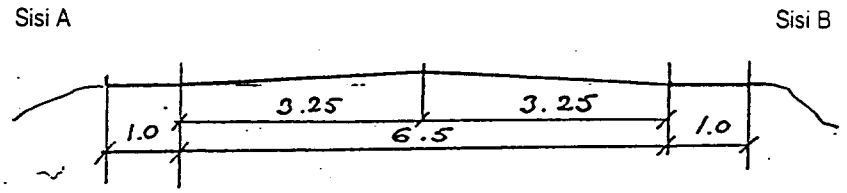
Lengkung horisontal (rad/km):	Tidak ada			Pengembangan di sisi jalan (%):	Sisi A	Sisi B	Rata-rata
Jarak pandangan > 300 m (%):		SDC:					

Alinyemen Vertikal



Naik + turun (m/km):	Tidak ada	Panjang dlm km (hanya kelandaian khusus):	3
Tipe alinyemen: (lingkari)	Datar/Bukit/Gunung	Kemiringan dlm % (hanya kelandaian khusus):	7

Penampang melintang



	Sisi A	Sisi B	Total	Rata-rata
Lebar jalur lalu-lintas rata-rata (Wc, m):	3.25	3.25	6.5	
Lebar bahu efektif (Ws, m):	1.0	1.0	2.0	1.0

Kondisi permukaan jalan

Kondisi jalur lalu-lintas	Sisi A	Sisi B
Tipe perkerasan: Lentur (aspal), Beton, Kerikil	Lentur	Lentur
Kondisi perkerasan: Baik, Sedang, Buruk IRI=	Baik	Baik

Kondisi bahu	Sisi A		Sisi B	
	Luar	Dalam	Dalam	Luar
Tipe permukaan: Lentur(aspal), Beton, Kerikil	Kerikil			Kerikil
Beda tinggi dengan jalan (cm):	5			5
Penggunaan: Lalu-lintas, Parkir, Berhenti darurat	Parkir			Parkir

Kondisi pengaturan lalu-lintas

Batas kecepatan (km/jam):	Tidak ada	Lain-lain:	Tidak ada
Berat kotor maksimum (ton):	Tidak ada		

3860CHAP6\EXAMPLES\R-2X4.WQ!
8 Mei 1996/JT

Formulir IR -

JALAN LUAR KOTA	Tanggal:	*13 Juli 1995*	Ditangani oleh:	*KLB*
FORMULIR IR-2: DATA MASUKAN	No. ruas:	*22075*	Diperiksa oleh:	*JT*
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:	*Km 28-31*		
- HAMBATAN SAMPING	Nomor soal:	*A:1995*		

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend/hari) =		faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =						
Komposisi %	LV %		MHV %		LB %		LT %		MC %	

Data arus per jam menurut jenis

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Menengah Berat		Bis Besar		Truk Besar		Sepeda Motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	MHV:	*5,00*	LB:	*2,50*	LT:	*8,90*	MC:	*0,70*			
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	MHV:	*1,80*	LB:	*1,80*	LT:	*2,70*	MC:	*0,90*			
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	kend/jam (8)	smp/jam (9)	kend/jam (10)	smp/jam (11)	Arah % (12)	kend/jam (13)	smp/jam (14)
3	1	*181*	*181*	*74*	*370*	*30*	*75*	*15*	*134*	*30*	*21*		*330*	*781*
4	2	*269*	*269*	*114*	*205*	*43*	*77*	*24*	*65*	*30*	*27*		*480*	*643*
5	1+2	*450*	*450*	*188*	*575*	*73*	*152*	*39*	*199*	*60*	*48*		*810*	*1424*
6	Catatan: Untuk kelandaian khusus arah 1 = naik, arah 2 = turun									Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			*40,7 %*	
7										Faktor-smp F_{SMP} =				*1,758*

Kelas Hambatan Samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,6	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	0,8	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas Hambatan Samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 50	Perkebunan/daerah belum berkembang,tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
50 - 149	Beberapa permukiman & kegiatan rendah	Rendah	(L)
150 - 249	Pedesaan, kegiatan pemukiman	Sedang	M
250 - 349	Pedesaan, beberapa kegiatan pasar	Tinggi	H
> 350	Dekat perkotaan, kegiatan pasar/perniagaan	Sangat tinggi	VH

x\3860\CHAP6\EXAMPLES\IR-3S.wq!
Rev 29/4/96/KLB/JT

Formulir IR - 3 SPEC

JALAN LUAR KOTA	Tanggal:	*13 Juli 1995*	Ditangani oleh:	*KLB*
FORMULIR IR-3 SPEC: ANALISA	No. ruas:	*22075*	Diperiksa oleh:	*JT*
- KELANDAIAN KHUSUS	Kode segmen:	*Km 28-31 (Bandung - Subang*		
- KECEPATAN, KAPASITAS	No soal:	*A:1995; B:1995 (lajur pendakian)*		

Kelandaian khusus: Kemiringan %: *7* Panjang km: *3*

Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan (km/jam):

- **Datar:** $FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC}$
- **Naik:** $FV_{UH} = FV_{UHO} - (68 - FV_{DATAR}) \times (10 - \text{Kelandaian\%}) \times 0{,}062/\text{Panjang}$
- **Turun:** $FV_{DH} = FV_{DHO}$

Soal/ Arah 0 = Datar 1 = Naik 2 = Turun	Kecepatan arus bebas dasar FV_O (km/jam)		Penyesuaian untuk lebar jalur (km/jam)	$FV_0 + FV_W$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian untuk kondisi datar		Kecepatan arus bebas (km/jam)	
					Hambatan samping FFV_{SF} Tabel B-3:1	Fungsi jalan dan guna lahan FFV_{RC} Tabel B-4:1		
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
	LV	LT					LV	LT
0	*65*	*55*	*-1,5*	*63,5*	*0,97*	*0,98*	*60,4*	*51,1*
1	*48,9*	*24,3*					*48,4*	*24,1*
2	*58,5*						*58,5*	

Q_{LV1} kend/jam: *181* Q_{LV2} kend/jam: *269* $Q_{LV} = Q_{LV1} + Q_{LV2}$ kend/jam: *450*

$$FV = \frac{Q_{LV}}{\frac{Q_{LV1}}{FV_{UH}} + \frac{Q_{LV2}}{FV_{DH}}} =$$ *54*

Kapasitas: $C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_0 Tabel C-6:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas			Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)
		Lebar jalur FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-6:2	Hambatan samping FC_{SF} Tabel C-4:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
A:1995	*2800*	*0,96*	*1,06*	*0,95*	*2707*
B:1995	*4800*	*0,973*	*0,94*	*0,95*	*4171*

Kecepatan menanjak

Soal/ Arah	Arus lalu-lintas Q smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(15)	Kecepatan menanjak pada kapasitas V_{UHC} km/jam	Beda kecepatan $FV_{UH} - V_{UHC}$ (7)-(23) km/jam	Kecepatan menanjak V_{UH} km/jam		Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh menanjak (26)/(25)
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)		(26)	(27)
					LV	LT		
A:1995	*1424*	*0,53*	*24*	*24,4*	*35,5*	*24*	*3,0*	*0,085*
B:1995	*1415*	*0,34*			*46*	*24,3*	*3,0*	*0,085*

6. KEPUSTAKAAN

IR1. TRB — Highway Capacity Manual, Special Report 209. Third edition updated October 1994. Transportation Research Board; Washington D.C. USA 1995.

IR2. May, A.D. — Traffic Flow Fundamentals. Prentice-Hall, Inc; 1990.

IR3. Easa, S.M. May, A.D. — Generalized Procedure for Estimating Single- and Two-Regime Traffic-Flow Models. Transportation Research Records 772; Washington D.C. USA 1980.

IR4. Hoban, C.J. — Evaluating Traffic Capacity and Improvements to Road Geometry. World Bank Technical Paper Number 74; Washington D.C. USA 1987.

IR5. OECD — Traffic Capacity of Major Routes. Road Transport Research; 1983.

IR6. Brannolte,U. (editor) — Highway Capacity and Level of Service. Proceedings of International Symposium on Highway Capacity, Karlsruhe; Rotterdam Netherlands 1991.

IR7. McShane, W.R. Roess, R.P. — Traffic Engineering. Prentice-Hall, Inc; 1990.

IR8. Black, J.A., Westerman, H.L. Blinkhorn, L. McKittrick, J. — Land Use along Arterial Roads: Friction and Impact. The University of New South Wales; 1988.

IR9. McLean, J.R. — Two-Lane Highway Traffic Operations. Theory and Practice. Gordon and Breach Science Publisher; 1989.

IR10. NAASRA — Guide to Traffic Engineering Practice. National Association of Australian State Road Authorities; 1988.

IR11. Directorate General of Highways — Standard Specification for Geometric Design of Interurban Roads. Ministry of Public Works; 1990

IR12. Ministry of Public Works — Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 552/KPTS/1991 tentang Penetapan Ruas-Ruas Jalan sebagai Jalan Nasional Indonesia. Jakarta; 1991.

IR13. Akcelik, R — Proceeding of the Second International Symposium on Highway Capacity. TRB Committee A3A10, Sydney August 1994.

IR14. HOFF & OVERGAARD a/s and PT Multi Phi Beta — Road User Cost Model, 1992

IR15. Bång, K-L., Carlsson, A. — Indonesian Highway Capacity Manual Project. Final Technical Report Phase 2: Interurban Roads. Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia, August 1994.

IR16. Bång, K-L., Lindberg, G. Schandersson, R. — Indonesian Highway Capacity Manual Project. Final Technical Report Phase 3 Part A: Development of Capacity Analysis Software and Traffic Engineering Guidelines. Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia, April 1996.

IR17. Bång, K-L., Harahap, G. Palgunadi — Development of Speed-flow Relationships for Indonesian Rural Roads using Empirical Data and Simulation. Transportation Research Record 1484, Transportation Research Board, National Academy Press, Washington D.C., July 1995.

IR18. Bång, K-L., Harahap, G. Lindberg, G. — Development of Life Cycle Cost Based Guidelines Replacing the Level of Service Concept in Capacity Analysis. Paper submitted for presentation at the annual meeting of Transportation Research Board, Washington D.C., January 1997.

JALAN LUAR KOTA FORMULIR IR-1: DATA MASUKAN - DATA UMUM - GEOMETRIK JALAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	
	Propinsi:		Diperiksa oleh:	
	No. Ruas:		Kode segmen:	
	Segmen antara ..... dan			
	Kelas admin.jalan:		Tipe jalan:	
	Panjang (km):		Kelas fungsional:	
	Waktu:		No. soal:	

Alinyemen Horisontal

Lengkung horisontal (rad/km):				Pengembangan di sisi jalan (%):	Sisi A	Sisi B	Rata-rata
Jarak pandangan > 300 m (%):		SDC:					

Alinyemen Vertikal

Naik + turun (m/km):		Panjang dlm km (hanya kelandaian khusus):	
Tipe alinyemen: (lingkari)	Datar/Bukit/Gunung	Kemiringan dlm % (hanya kelandaian khusus):	

Penampang melintang

Sisi A

Sisi B

	Sisi A	Sisi B	Total	Rata-rata
Lebar jalur lalu-lintas rata-rata (Wc, m):				
Lebar bahu efektif (Ws, m):				

Kondisi permukaan jalan

Kondisi jalur lalu-lintas	Sisi A	Sisi B
Tipe perkerasan: Lentur (aspal), Beton, Kerikil		
Kondisi perkerasan: Baik, Sedang, Buruk IRI=		

Kondisi bahu	Sisi A		Sisi B	
	Luar	Dalam	Dalam	Luar
Tipe permukaan: Lentur(aspal), Beton, Kerikil				
Beda tinggi dengan jalan (cm):				
Penggunaan: Lalu-lintas, Parkir, Berhenti darurat				

Kondisi pengaturan lalu-lintas

Batas kecepatan (km/jam):		Lain-lain:
Berat kotor maksimum (ton):		

3860\CHAP6\FORMS\IR-2.WQ!
i 1996/JT

Formulir IR - 2

JALAN LUAR KOTA	Tanggal:		Ditangani oleh:	
FORMULIR IR-2: DATA MASUKAN	No. ruas:		Diperiksa oleh:	
- ARUS LALU LINTAS	Kode segmen:			
- HAMBATAN SAMPING	Nomor soal:			

Lalu lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend/hari) =		faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %	MHV %	LB %	LT %	MC %

Data arus per jam menurut jenis

Baris	Tipe kend.	Kend. ringan		Menengah Berat		Bis Besar		Truk Besar		Sepeda Motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,00	MHV:		LB:		LT:		MC:				
1,2	emp arah 2	LV:	1,00	MHV:		LB:		LT:		MC:				
2	Arah	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	Arah %	kend/jam	smp/jam
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
3	1													
4	2													
5	1+2													
6	Catatan: Untuk kelandaian khusus arah 1 = naik, arah 2 = turun									Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			%	
7										Faktor-smp F_{SMP} =				

Kelas Hambatan Samping

Bila data rinci tersedia, gunakan tabel pertama untuk menentukan frekwensi berbobot kejadian, dan selanjutnya gunakan tabel kedua. Bila tidak, gunakan hanya tabel kedua.

1. Penentuan frekwensi kejadian

Perhitungan frekwensi berbobot kejadian per jam per 200 m dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan.

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekwensi kejadian	Frekwensi berbobot
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
Pejalan kaki	PED	0,6	/jam, 200m	
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	0,8	/jam, 200m	
Kendaraan masuk + keluar	EEV	1,0	/jam, 200m	
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam	
Total:				

2. Penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas Hambatan Samping	
(30)	(31)	(32)	(33)
< 50	Perkebunan/daerah belum berkembang,tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
50 - 149	Beberapa permukiman & kegiatan rendah	Rendah	L
150 - 249	Pedesaan, kegiatan pemukiman	Sedang	M
250 - 349	Pedesaan, beberapa kegiatan pasar	Tinggi	H
> 350	Dekat perkotaan, kegiatan pasar/perniagaan	Sangat tinggi	VH

3860/CHAP6/FORMS/IR-3.WQ!
11/9 95/KLB/EN Rev. 13/11/96

Formulir IR - 3

JALAN LUAR KOTA	Tanggal:		Ditangani oleh:	
FORMULIR IR-3: ANALISA	No. ruas:		Diperiksa oleh:	
- KECEPATAN, KAPASITAS	Kode segmen:			
- IRINGAN	Periode waktu:			

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan $FV = (FV_o + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_o Tabel B-1:1 atau 2 (km/jam)	Penyesuaian untuk lebar jalur lalu-lintas FV_w Tabel B-2:1 (km/jam)	$FV_o + FV_w$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian		Kecepatan arus bebas FV (4) x (5) x (6) (km/jam)
				Hambatan samping FFV_{SF} Tabel B-3:1	Fungsi jalan dan guna lahan FFV_{CS} Tabel B-4:1	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

Kapasitas $C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_o Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas			Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)
		Lebar jalur FC_w Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-3:1	Hambatan samping FC_{SF} Tabel C-4:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu-lintas Q Formulir IR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan V_{LV} Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)

Hanya untuk 2/2 UD: Derajat iringan

Soal/ Arah	Derajat iringan DB Gambar D-3:1
(30)	(31)

x:\3960\HCM2FORMS\IR_3S.wq!
Rev 29/4/96/KLB/JT

Formulir IR - 3 SPEC

JALAN LUAR KOTA	Tanggal:		Ditangani oleh:	
FORMULIR IR-3 SPEC: ANALISA	No. ruas:		Diperiksa oleh:	
- KELANDAIAN KHUSUS	Kode segmen:			
- KECEPATAN, KAPASITAS	No soal:			

Kelandaian khusus: Kemiringan %: Panjang km:

Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan (km/jam):

- Datar: $FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC}$
- Naik: $FV_{UH} = FV_{UHO} - (68 - FV_{DATAR}) \times (10 - \text{Kelandaian}\%) \times 0{,}062/\text{Panjang}$
- Turun: $FV_{DH} = FV_{DHO}$

Soal/ Arah 0 = Datar 1 = Naik 2 = Turun	Kecepatan arus bebas dasar FV_0 (km/jam)		Penyesuaian untuk lebar jalur (km/jam)	$FV_0 + FV_W$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian untuk kondisi datar		Kecepatan arus bebas (km/jam)	
					Hambatan samping FFV_{SF} Tabel B-3:1	Fungsi jalan dan guna lahan FFV_{RC} Tabel B-4:1		
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
	LV	LT					LV	LT
0								
1								
2								

Q_{LV1} kend/jam: Q_{LV2} kend/jam: $Q_{LV} = Q_{LV1} + Q_{LV2}$ kend/jam:

$$FV = \frac{Q_{LV}}{\frac{Q_{LV1}}{FV_{UH}} + \frac{Q_{LV2}}{FV_{DH}}} =$$

Kapasitas: $C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_0 Tabel C-6:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas			Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)
		Lebar jalur FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-6:2	Hambatan samping FC_{SF} Tabel C-4:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)

Kecepatan menanjak

Soal/ Arah	Arus lalu-lintas Q smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(15)	Kecepatan menanjak pada kapasitas V_{UHC} km/jam	Beda kecepatan $FV_{UH} - V_{UHC}$ (7)-(23) km/jam	Kecepatan menanjak V_{UH} km/jam		Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh menanjak (26)/(25)
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)		(26)	(27)
					LV	LT		

3860\CHAP7\CH7-JT.WPD\20 Dec. 1994\Rev. 5 Dec. 1996\HA\BH\WT

BAB 7

JALAN BEBAS HAMBATAN

DAFTAR ISI

1. **PENDAHULUAN** ..... 7 - 3

1.1 LINGKUP DAN TUJUAN ..... 7 - 3
1.2 KARAKTERISTIK JALAN BEBAS HAMBATAN ..... 7 - 4
1.3 DEFINISI DAN ISTILAH ..... 7 - 5
1.4 PEMERIKSAAN SETEMPAT ..... 7 - 5

2. **METODOLOGI** ..... 7 - 8

2.1 PENDEKATAN UMUM ..... 7 - 8
2.2 VARIABEL ..... 7 - 9
2.3 HUBUNGAN DASAR ..... 7 - 13
2.4 KARAKTERISTIK GEOMETRIK ..... 7 - 17
2.5 PANDUAN REKAYASA LALU-LINTAS ..... 7 - 18
2.6 RINGKASAN PROSEDUR PERHITUNGAN ..... 7 - 24

3. **PROSEDUR PERHITUNGAN UNTUK ANALISA OPERASIONAL DAN PERENCANAAN** ..... 7 - 26

LANGKAH A: DATA MASUKAN ..... 7 - 27
A-1: Data umum ..... 7 - 27
A-2: Kondisi geometrik ..... 7 - 29
A-3: Kondisi lalu lintas ..... 7 - 32
LANGKAH B: ANALISA KECEPATAN ARUS BEBAS ..... 7 - 39
B-1: Kecepatan arus bebas dasar ..... 7 - 40
B-2: Penyesuaian kecepatan arus bebas akibat lebar jalur lalu-lintas ..... 7 - 41
B-3: Penentuan kecepatan arus bebas pada kondisi lapangan ..... 7 - 42
B-4: Kecepatan arus bebas pada kelandaian khusus ..... 7 - 43
LANGKAH C: ANALISA KAPASITAS ..... 7 - 46
C-1: Kapasitas dasar ..... 7 - 47
C-2: Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu-lintas ..... 7 - 48
C-3: Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah . 7 - 49
C-4: Penentuan kapasitas pada kondisi sesungguhnya .... 7 - 49
C-5: Kapasitas pada kelandaian khusus ..... 7 - 50
LANGKAH D: PERILAKU LALU-LINTAS ..... 7 - 51
D-1: Derajat kejenuhan ..... 7 - 51
D-2: Kecepatan dan waktu tempuh ..... 7 - 52
D-3: Hanya untuk 2/2-UD: Derajat iringan ..... 7 - 54

D-4: Kecepatan dan waktu tempuh pada kelandaian khusus 7 - 55
D-5: Penilaian perilaku lalu-lintas ..... 7 - 56

4. PROSEDUR PERHITUNGAN UNTUK PERANCANGAN (PLANING) .... 7 - 57

4.1 ANGGAPAN DASAR UNTUK BERBAGAI TIPE JALAN BEBAS HAMBATAN 7 - 57
4.2 ANALISA PERILAKU LALU-LINTAS ..... 7 - 60

5. CONTOH PERHITUNGAN ..... 7 - 62

5.1 CONTOH 1: ANALISA OPERASIONAL JALAN BEBAS HAMBATAN DUA-LAJUR DUA-ARAH (MW 2/2 UD) ..... 7 - 62
5.2 CONTOH-2: ANALISA PERANCANGAN ..... 7 - 68
5.3 CONTOH 3: ANALISA OPERASIONAL KELANDAIAN KHUSUS ..... 7 - 70

6. KEPUSTAKAAN ..... 7 - 75

Lampiran 7:1 Formulir perhitungan ..... 7 - 77

1. PENDAHULUAN

1.1 LINGKUP DAN TUJUAN

1.1.1. Definisi dan Jenis Prasarana

Bab ini menyajikan prosedur perhitungan untuk kecepatan arus bebas, kapasitas, kecepatan dan derajat iringan (hanya jalan 2/2 UD) pada jalan bebas hambatan yang direncanakan untuk perkotaan dan luar-kota. Jalan bebas hambatan didefinisikan sebagai jalan untuk lalu lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara penuh, baik merupakan jalan terbagi ataupun tak-terbagi. Di Indonesia, definisi ini pada masa ini sama artinya dengan 'jalan tol'.

Jalan bebas hambatan luar kota yang disajikan dalam Bab ini ada dua tipe:

- Dua-lajur dua-arah tak-terbagi (MW 2/2 UD)
- Empat-lajur dua-arah terbagi (MW 4/2 D).

Manual dapat juga digunakan untuk menganalisa perencanaan jalan bebas hambatan terbagi dengan lebih dari empat lajur .

1.1.2 Penggunaan

Karakteristik geometrik dari tipe jalan yang digunakan dalam Bab ini didefinisikan pada Bagian 2.4.2 di bawah. Untuk masing-masing tipe jalan yang ditentukan, prosedur perhitungan dapat digunakan untuk:

- Analisa operasional, perencanaan dan perancangan jalan bebas hambatan pada alinyemen datar, perbukitan atau pegunungan.

- Analisa operasional, perencanaan dan perancangan dari kelandaian khusus pada jalan bebas hambatan dua-lajur dua-arah tak-terbagi (misal lajur pendakian).

1.1.3 Segmen jalan bebas hambatan

Prosedur dalam manual diterapkan pada perhitungan **segmen** jalan secara terpisah. Segmen jalan bebas hambatan didefinisikan sebagai suatu panjang jalan bebas hambatan:

- di antara dan tak terpengaruh oleh simpang susun dengan jalur penghubung, ke luar dan masuk, dan
- yang mempunyai karakteristik rencana geometrik dan arus lalu lintas yang serupa pada seluruh panjangnya.

Titik-titik di mana karakteristik jalan berubah secara berarti secara otomatis menjadi batas segmen sekalipun tidak ada simpang susun di dekatnya. Karakteristik jalan bebas hambatan yang penting dalam pengertian ini dibahas di bawah.

Segmen jalan bebas hambatan luar kota secara umum diperkirakan jauh lebih panjang dari segmen jalan bebas hambatan perkotaan atau semi perkotaan sebab pada umumnya karakteristik geometrik dan karakteristik lainnya tidak sering berubah dan simpang susunnya tidak begitu berdekatan. Panjangnya mungkin puluhan kilometer. Walaupun demikian batas segmen perlu untuk ditentukan bila karakteristik mengalami perubahan penting, walaupun segmen yang dihasilkan jauh lebih pendek.

Batas segmen harus diletakkan di mana tipe medan berubah, walaupun karakteristik geometri dan lalu lintas lainnya tetap sama. Tetapi tidak perlu dipermasalahkan mengenai perubahan kecil pada geometrik, terutama jika terjadi sebentar-sebentar.

1.2 KARAKTERISTIK JALAN BEBAS HAMBATAN

Karakteristik utama jalan bebas hambatan yang akan mempengaruhi kapasitas dan kinerjanya apabila dibebani lalu lintas ditunjukkan di bawah. Setiap titik di jalan bebas hambatan tertentu di mana terdapat perubahan penting dalam rencana geometrik dan karakteristik lalu lintas, menjadi batas segmen jalan bebas hambatan sebagaimana diuraikan di Bagian 1.1.3 di atas.

1.2.1 Geometrik

- Lebar jalur lalu lintas: kapasitas meningkat dengan bertambahnya lebar jalur lalu lintas.

- Karakteristik bahu: kinerja pada suatu arus tertentu, akan meningkat dengan bertambahnya lebar bahu. Pengemudi pada jalan bebas hambatan di daerah Jabotabek mempunyai kebiasaan menggunakan bahu yang diperkeras sebagai lajur tambahan bila lajur lalu lintas yang biasa mengalami kemacetan. Faktor ini belum diperhitungkan dalam manual, karena dari pertimbangan keselamatan sangat tidak dianjurkan.

- Ada atau tidak adanya median (jalan bebas hambatan terbagi atau tak terbagi): median yang direncanakan dengan baik meningkatkan kapasitas. Tetapi mungkin ada alasan lain mengapa median tidak diinginkan, misalnya kurang tempat, biaya dan sebagainya.

- Lengkung vertikal: makin pegunungan medannya, melalui mana jalan bebas hambatan lewat, makin rendah kapasitas dan kinerja pada suatu arus tertentu.

- Lengkung horisontal: Jalan bebas hambatan tak-terbagi dengan bagian lurus yang panjang, sedikit tikungan dan sedikit pundak-bukit memungkinkan jarak pandang lebih panjang dan penyalipan lebih mudah, memberikan kapasitas lebih tinggi.

1.2.2 Arus, komposisi dan pemisahan arah

- Pemisahan arah lalu lintas pada jalan bebas hambatan tak-terbagi: kapasitas adalah tertinggi pada jalan datar apabila pemisahan arah adalah 50 - 50: yaitu bila arus sama pada kedua arah.

- Komposisi lalu lintas: jika arus dan kapasitas diukur dalam kend/jam, komposisi lalu lintas akan mempengaruhi kapasitas. Meskipun demikian, dengan mengukur arus dalam satuan mobil penumpang (smp), seperti dalam manual ini, pengaruh ini telah diperhitungkan.

1.2.3 Pengaturan lalu lintas

- Pengendalian kecepatan maksimum dan minimum, gerakan kendaraan berat, penanganan kejadian kendaraan yang mogok dan sebagainya akan mempengaruhi kapasitas jalan bebas hambatan.

1.2.4 Pengemudi dan populasi kendaraan

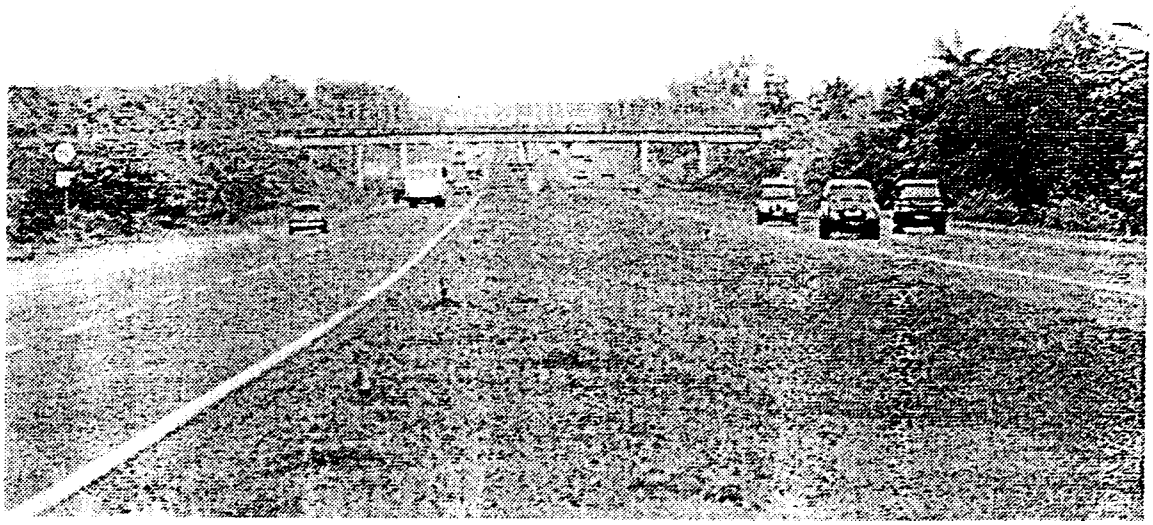
Sikap pengemudi dan populasi kendaraan (umur, tenaga dan kondisi kendaraan dalam masing-masing kelas kendaraan, sebagaimana terlihat dari komposisi kendaraan) adalah berbeda antara berbagai daerah di Indonesia. Kendaraan yang lebih tua dari suatu tipe tertentu, atau sikap pengemudi yang kurang gesit menghasilkan kapasitas dan kinerja yang lebih rendah. Karena pengaruh-pengaruh ini mungkin tidak diukur secara langsung, karakteristik ini dapat dimasukkan ke dalam perhitungan menurut lokasinya seperti dijelaskan dalam Bagian 1.4. di bawah.

1.3 DEFINISI DAN ISTILAH

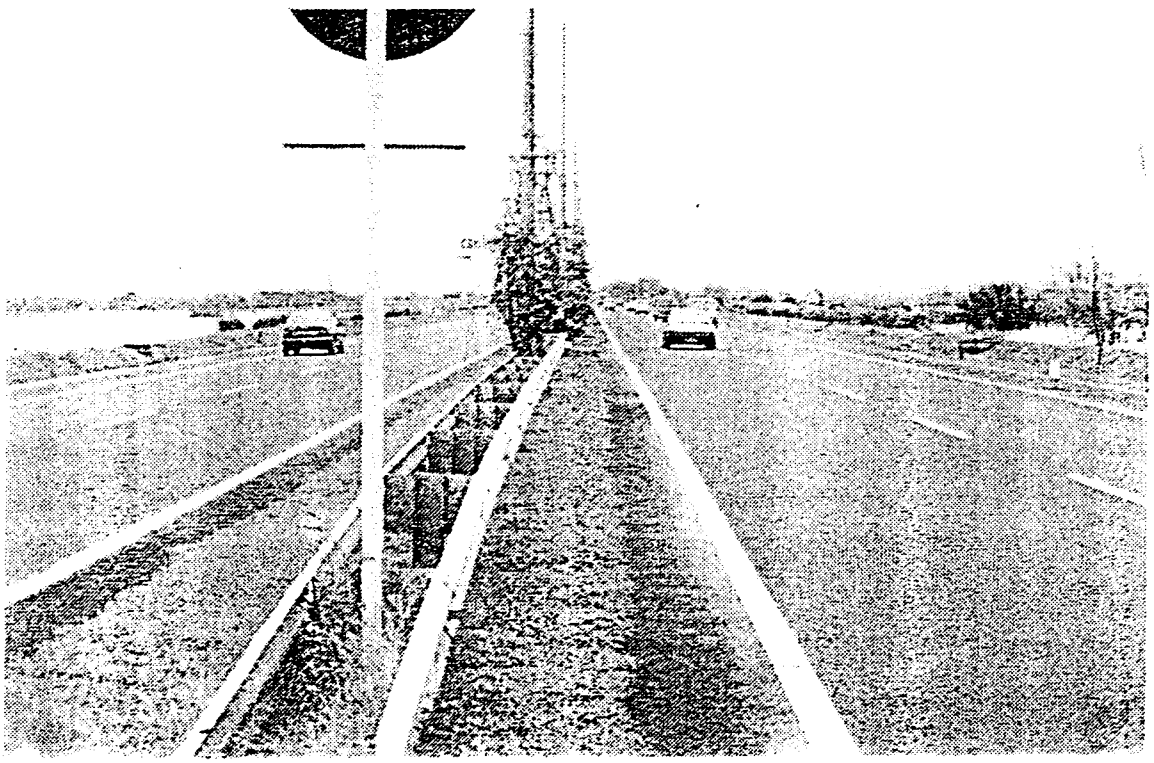
Lihat Bab 6 Bagian 1.3 untuk daftar istilah

1.4 PEMERIKSAAN SETEMPAT

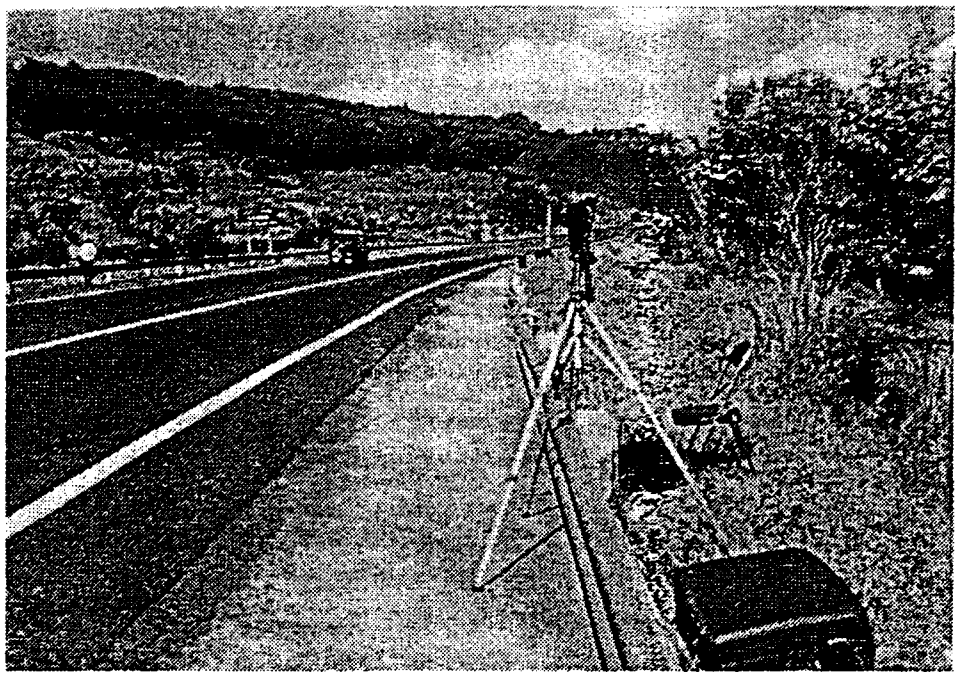
Sejumlah faktor yang khas untuk daerah tertentu (seperti populasi pengemudi dan kendaraan) dapat mempengaruhi parameter yang diberikan dalam manual ini. Jika mempunyai sumber daya dan keahlian yang sesuai, pemakai manual ini sangat disarankan untuk mengukur parameter kunci (misalnya kecepatan arus bebas dan kapasitas) pada sejumlah kecil lokasi yang mewakili di dalam wilayah penelitiannya, dan untuk menerapkan faktor penyesuaian lokal pada kecepatan arus bebas dan kapasitas jika nilai yang didapat sangat berbeda dari nilai yang didapat dengan menggunakan manual ini.



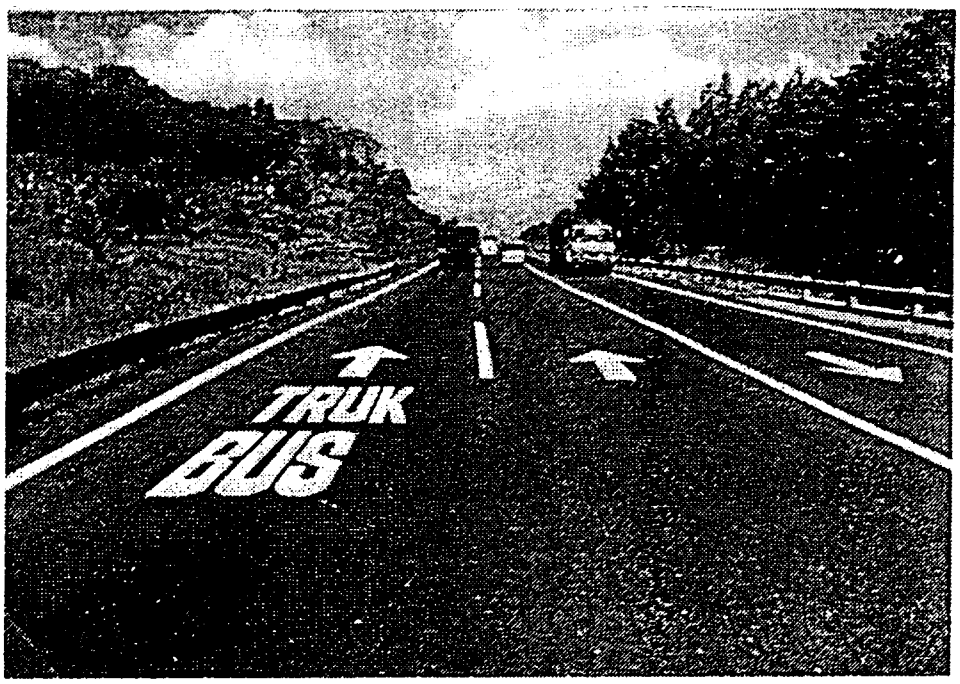
Jalan bebas hambatan empat-lajur dengan penyediaan untuk pelebaran di masa mendatang menjadi enam lajur



Jalan bebas hambatan empat-lajur dengan median sempit dan rel pelindung



Jalan bebas hambatan dua-lajur tak-terbagi



Jalan bebas hambatan tak-terbagi dengan tambahan lajur pendakian untuk kendaraan lebih lambat.

2. METODOLOGI

2.1 PENDEKATAN UMUM

Prosedur perhitungan yang diberikan dalam manual ini dalam beberapa hal, setidaknya secara umum, adalah serupa dengan yang ada pada Manual Kapasitas Jalan Amerika Serikat (US HCM) th 1985 dan perubahannya tahun 1992. Ini adalah kesengajaan, karena pemakai manual ini mungkin sudah mengenal prosedur US HCM. Oleh karena terbatasnya lokasi pengumpulan data jalan bebas hambatan di Indonesia, beberapa masukan telah diambil dari US HCM, khususnya mengenai pengaruh lebar lajur terhadap kapasitas.

2.1.1 Tipe perhitungan

Prosedur yang diberikan dalam bab ini memungkinkan melakukan perhitungan karakteristik lalu lintas (kualitas lalu-lintas) berikut, untuk segmen jalan bebas hambatan tertentu:

- kecepatan arus bebas (yaitu kecepatan pada arus = 0);
- kapasitas;
- derajat kejenuhan (arus/kapasitas);
- kecepatan pada kondisi arus lapangan;
- derajat iringan pada kondisi arus lapangan (hanya untuk jalan bebas hambatan dua-lajur tak terbagi);
- arus lalu lintas yang dapat dilewatkan oleh segmen jalan bebas hambatan, sambil mempertahankan kualitas lalu-lintas tertentu (kecepatan atau iringan)

Metode perhitungan jalur penghubung dan bagian jalinan pada jalan bebas hambatan tidak disertakan dalam manual ini, tetapi prinsipnya dibahas pada Bagian 2.2.3 di bawah. Lihat juga metode untuk bagian jalinan tunggal pada Bab 4.

2.1.2 Tingkatan analisa

Prosedur-prosedur diberikan dalam bab ini untuk memungkinkan analisa dikerjakan pada satu dari dua tingkatan berikut:

- **Operasional dan Analisa Perencanaan**: Penentuan kinerja segmen jalan bebas hambatan akibat kebutuhan lalu lintas yang ada atau yang diproyeksikan. Kapasitas dapat dihitung, sebagaimana juga arus maksimum yang dapat disalurkan dengan mempertahankan kualitas lalu-lintas tertentu. Lebar jalan bebas hambatan atau jumlah lajur yang diperlukan untuk menyalurkan arus lalu lintas tertentu, sambil mempertahankan kualitas lalu-lintas yang dapat diterima, dapat juga dihitung untuk keperluan perencanaan. Pengaruh pada kapasitas dan kinerja akibat sejumlah segi perencanaan lainnya, misalnya penyediaan median atau perubahan lebar bahu, dapat juga dilakukan. Ini adalah tingkatan analisa yang paling rinci.

- **Analisa Perancangan (planing)**: Sebagaimana untuk perencanaan, sasarannya adalah memperkirakan jumlah lajur yang diperlukan untuk suatu usulan jalan bebas hambatan, tetapi informasi tentang arus hanya LHRT perkiraan saja. Rincian geometri serta masukan lainnya bisa didapat dari taksiran, bisa juga dari nilai patokan yang dianjurkan.

Metode yang digunakan pada analisa operasional dan perencanaan, dan metode yang digunakan pada analisa perancangan adalah berhubungan dan berbeda terutama dalam tingkatan ketelitian masukan dan keluarannya. Langkah-langkah dalam analisa perancangan adalah sangat lebih sederhana dalam kebanyakan hal.

Prosedur yang diberikan dalam bab ini juga untuk memungkinkan analisa operasional dikerjakan pada satu dari dua tipe segmen jalan bebas hambatan yang berbeda:

- **Segmen alinyemen umum (biasa)**: Dalam hal ini segmen digolongkan dalam tipe medan yang mencerminkan kondisi lengkung horisontal dan vertikal umum dari segmen - datar, bukit atau gunung.

- **Kelandaian khusus**: Suatu bagian jalan yang curam menerus dapat menjadi suatu "pemerkecil" kapasitas pada kedua arah mendaki dan menurun dan dapat memiliki pengaruh kinerja yang tidak sepenuhnya diperhitungkan bila bagian curam digolongkan kedalam tipe medan umum. Maka dari itu manual ini juga memungkinkan analisa operasional untuk kelandaian khusus. Prosedur kelandaian khusus dalam manual pada dasarnya hanya sesuai untuk jalan dua-lajur dua-arah karena masalah kelandaian biasanya terburuk pada tipe jalan ini. Prosedur memungkinkan pengaruh kelandaian dihitung sebagai dasar untuk menentukan langkah perbaikan, seperti pelebaran atau penyediaan lajur pendakian.

2.1.3 Periode analisa

Analisa kapasitas jalan bebas hambatan dilakukan untuk periode satu-jam puncak, dan arus serta kecepatan rata-rata adalah berlaku untuk periode ini. Menggunakan periode analisa sehari penuh (LHRT) adalah terlalu kasar untuk analisa operasional dan perencanaan. Sepanjang manual, arus dinyatakan sebagai suatu satuan perjam (smp/j), kecuali dinyatakan lain.

Untuk perancangan (planing), di mana LHRT biasanya diberikan, telah disiapkan tabel untuk mengubah arus secara langsung dari LHRT menjadi ukuran kinerja dan sebaliknya, dalam batas anggapan yang dibuat.

2.1.4 Jalan terbagi dan tak terbagi

Untuk jalan bebas hambatan tak terbagi, seluruh analisa (selain analisa kelandaian khusus) dikerjakan untuk kombinasi kedua arah pergerakan dengan menggunakan satu set formulir analisa. Untuk jalan terbagi, analisa dikerjakan terpisah untuk masing-masing arah pergerakan, dengan menggunakan satu set formulir analisa seolah-olah masing-masing arah merupakan jalan satu-arah yang terpisah.

2.2 VARIABEL

2.2.1 Arus dan komposisi lalu lintas

Sepanjang manual, nilai arus lalu lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu lintas, dengan menghitung arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Seluruh nilai arus lalu lintas (per arah dan total) dikonversi menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan emp (ekivalensi mobil penumpang) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan berikut (lihat definisi pada Bab 6, Bagian 1.3):

- Kendaraan ringan (meliputi kendaraan penumpang, minibus, truk pik-up dan jeep).
- Kendaraan berat menengah (meliputi truk dua gandar dan bus kecil).
- Bus besar.
- Truk besar (meliputi truk tiga-gandar dan truk kombinasi).

Emp mencerminkan pengurangan relatif kecepatan kendaraan ringan pada arus lalu lintas campuran oleh penambahan satu unit tipe kendaraan khusus sebagaimana dibandingkan dengan pengurangan kecepatan yang disebabkan oleh penambahan sebuah kendaraan ringan. Pengaruh ini umumnya lebih tinggi pada tingkatan arus rendah daripada arus mendekati kapasitas sebab kebebasan pergerakan terhambat yang terjadi karena penambahan arus (yaitu derajat iringan yang tinggi).

2.2.2 Kecepatan arus bebas

Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada arus nol, sesuai dengan kecepatan yang akan digunakan pengemudi pada saat mengendarai kendaraan bermotor tanpa dihalangi kendaraan bermotor lainnya di jalan bebas hambatan.

Kecepatan arus bebas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan, dari mana hubungan antara kecepatan arus bebas dan kondisi rencana geometrik telah ditentukan dengan metode regresi. Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan telah dipilih sebagai kriteria dasar untuk kinerja jalan bebas hambatan pada arus= 0. Kecepatan arus bebas kendaraan berat menengah, bus besar dan truk besar juga diberikan untuk referensi (untuk definisi lihat Bagian 1.3).

Persamaan untuk penentuan kecepatan arus bebas mempunyai bentuk umum sebagai berikut:

$$FV = FV_0 + FFV_w$$

di mana:

FV	=	Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan pada kondisi lapangan
FV_0	=	Kecepatan arus bebas dasar bagi kendaraan ringan untuk kondisi jalan dan tipe alinyemen yang dipelajari (ditetapkan sebelumnya lihat Bagian 2.4 di bawah).
FV_w	=	Penyesuaian untuk lebar jalur lalu lintas dan bahu jalan (km/j).

2.2.3 Kapasitas

KAPASITAS JALAN BEBAS HAMBATAN

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang melewati suatu titik pada jalan bebas hambatan yang dapat dipertahankan persatuan jam dalam kondisi yang berlaku. Untuk jalan bebas hambatan tak-terbagi, kapasitas adalah arus maksimum dua-arah (kombinasi kedua arah), untuk jalan bebas hambatan terbagi kapasitas adalah arus maksimum per lajur.

Nilai kapasitas telah diamati dengan pengumpulan data lapangan sejauh memungkinkan. Oleh karena kurangnya lokasi dengan arus lalu lintas mendekati kapasitas dan segmen jalan bebas hambatan itu sendiri (bukan kapasitas simpang sepanjang jalan bebas hambatan), kapasitas juga telah diperkirakan secara teoritis dengan asumsi suatu hubungan matematis antara kerapatan, kecepatan dan arus, lihat Bagian 2.3.1 di bawah. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), lihat di bawah.

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas adalah sebagai berikut :

$$C = C_O \times FC_W \times FC_{SP} \qquad \text{(smp/j)}$$

di mana:
C = kapasitas
C_O = kapasitas dasar
FC_W = faktor penyesuaian lebar jalan bebas hambatan
FC_{SP} = faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan bebas hambatan tak terbagi)

KAPASITAS JALUR PENGHUBUNG (RAMP)

Rumus di atas memberi kapasitas suatu segmen jalan bebas hambatan (C_{MW}) dengan penampang melintang tertentu. Kapasitas suatu jalur penghubung pada segmen yang sama (C_R) dapat diperkirakan seperti diuraikan di bawah:

C_R = Nilai terendah dari pernyataan-pernyataan berikut:

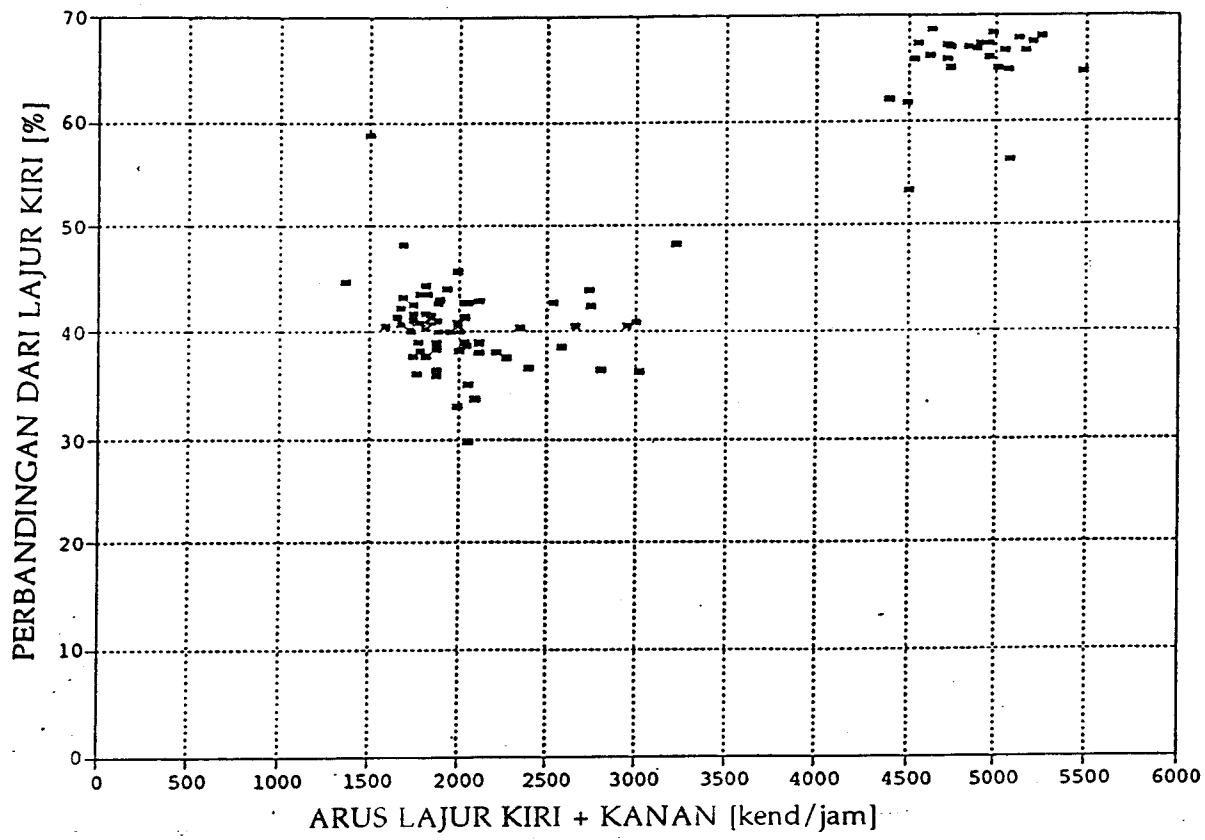
1) Kapasitas jalur penghubung itu sendiri, dihitung dengan metode pada Bab 6 sebagai fungsi penampang melintang dan alinyemen jalur penghubung tersebut.

2) Perbedaan antara kapasitas $C_{MW,L}$ dan arus $Q_{MW,L}$ pada lajur kiri jalan bebas hambatan.

$$C_R = C_{MW,L} - Q_{MW,L}$$

Kapasitas lajur kiri jalan bebas hambatan ($C_{MWE,L}$) dapat dihitung dengan menggunakan metode yang diuraikan pada Bagian 3C di bawah.

Arus pada lajur kiri jalan bebas hambatan ($Q_{MW,L}$) biasanya bervariasi sesuai arus total dan derajat kejenuhan segmen jalan bebas hambatan. Gambar 2.2.3:1 di bawah menunjukan contoh pengamatan lapangan pada Jalan Tol Jakarta - Cikampek sehubungan hal tersebut. Untuk arus sangat rendah (yang tidak diamati), hampir seluruh lalu lintas mungkin akan menggunakan lajur kiri.



Gambar 2.2.3:1 Pengamatan distribusi lajur dalam satu arah perjalanan pada jalan bebas hambatan empat-lajur terbagi (MW 4/2)

2.2.4 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan tingkat kinerja suatu simpang. Ini adalah ukuran yang banyak digunakan untuk menunjukkan apakah suatu segmen jalan bebas hambatan akan mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

$$DS = Q/C$$

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas yang dinyatakan dalam satuan yang sama apakah smp/jam. Derajat kejenuhan digunakan untuk analisa perilaku lalu-lintas berupa kecepatan, seperti dijelaskan dalam prosedur perhitungan Bab 3 Langkah D-2, dan untuk perhitungan Derajat Iringan, lihat Bagian 2.2.6. dibawah.

2.2.5 Kecepatan

Manual ini menggunakan kecepatan tempuh (sinonim dengan kecepatan perjalanan) sebagai ukuran kinerja utama dari segmen jalan bebas hambatan, karena mudah dimengerti dan diukur, dan merupakan masukan perlu bagi biaya pemakaian jalan bebas hambatan pada analisa ekonomi. Dalam manual ini, kecepatan tempuh didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan

sepanjang segmen jalan bebas hambatan:

$$V = L/TT$$

di mana:

V = kecepatan rata-rata ruang kend. ringan (km/j)
L = panjang segmen (km)
TT = waktu tempuh rata-rata kend. ringan sepanjang segmen (jam)

2.2.6 Derajat iringan

Indikator lebih lanjut yang berguna untuk perilaku lalu-lintas pada segmen jalan bebas hambatan tak-terbagi adalah derajat iringan yang terjadi, yaitu rasio arus kendaraan yang bergerak dalam peleton terhadap arus total. Dalam manual ini iringan dianggap terjadi bila satu atau lebih kendaraan mengikuti kepala peleton dengan waktu-antara (gandar depan ke gandar depan) lebih kecil atau sama dengan 5 detik. Derajat iringan adalah fungsi Derajat kejenuhan seperti dijelaskan pada prosedur perhitungan, Bab 3 Langkah D-3.

2.2.7 Perilaku lalu-lintas

Di dalam US HCM kinerja jalan bebas hambatan diwakili oleh tingkat pelayanan (LOS): suatu ukuran kualitatif yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang mutu berkendaraan. LOS dihubungkan pada suatu ukuran pendekatan kuantitatif, seperti kerapatan, persentasetundaan waktu atau kecepatan tempuh. Konsep tingkat pelayanan telah dikembangkan untuk penggunaan di Amerika Serikat dan definisi LOS tidak secara langsung berlaku di Indonesia. Dalam manual ini kecepatan, derajat kejenuhan dan derajat iringan dipergunakan sebagai indikator perilaku lalu-lintas, dua parameter penting yang telah dipertimbangkan dalam pengembangan panduan teknis yang disajikan pada Bagian 2.6 dibawah.

2.3 HUBUNGAN DASAR

2.3.1 Hubungan kecepatan-arus-kerapatan

Prinsip umum yang mendasari analisa kapasitas segmen jalan adalah bahwa kecepatan berkurang dengan bertambahnya arus. Pengurangan kecepatan dengan bertambahnya satuan unit arus adalah hampir konstan pada saat arus rendah dan menengah, tetapi menjadi lebih besar bila arus mendekati kapasitas. Mendekati kapasitas, sedikit penambahan pada arus akan menghasilkan pengurangan yang besar pada kecepatan.

Hubungan khas antara kecepatan dan kerapatan (dihitung sebagai Q/V) dan antara kecepatan dan arus, digambarkan dengan bantuan data lapangan pada Gambar 2.3.1:1-4 di bawah. Gambaran matematis yang baik dari hubungan ini sering dapat diperoleh dengan menggunakan model Rejim Tunggal:

$$V = FV[1-(D/D_j)^{(\ell-1)}]^{1/(1-m)};$$

$$D_0/D_j = [(1-m)/(\ell-m)]^{1/(\ell-1)}$$

di mana:

FV = Kecepatan arus-bebas (km/j)
D = Kerapatan (smp/km) (dihitung = Q/V)
D_j = Kerapatan pada jalan bebas hambatan yang benar-benar "macet"
D_0 = Kerapatan pada kapasitas
ℓ,m = Konstanta

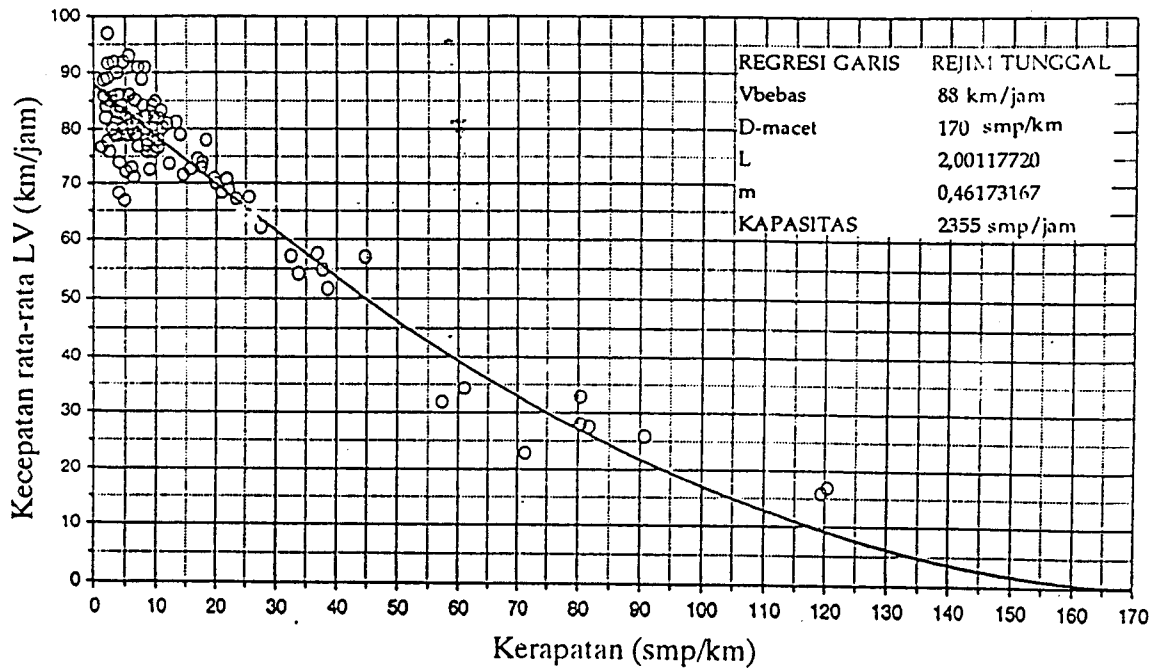
Untuk jalan dua-lajur tak terbagi hubungan kecepatan-arus seringkali mendekati linier dan dapat digambarkan dengan model linier yang sederhana.

Data dari survei lapangan telah dianalisa untuk mendapatkan hubungan khas kecepatan-arus untuk jalan bebas hambatan dengan menggunakan cara ini. Arus pada sumbu horisontal telah diganti dengan derajat kejenuhan, dan sejumlah kurva digambarkan mewakili berbagai kecepatan arus bebas untuk menghasilkan hubungan yang dapat diterapkan secara umum seperti ditunjukan pada Bagian 3, Langkah D.

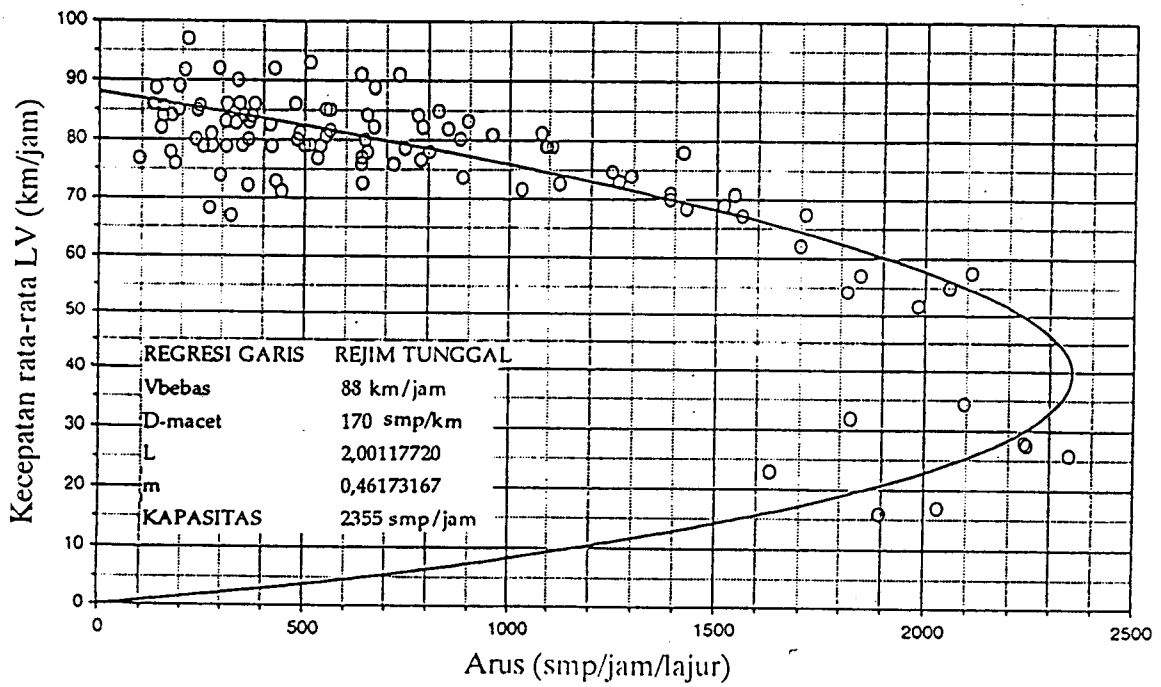
Kecepatan di Indonesia umumnya jauh lebih rendah dari pada di negara maju pada derajat kejenuhan tertentu .

2.3.2 Hubungan antara derajat kejenuhan dan derajat iringan (hanya untuk 2/2-UD)

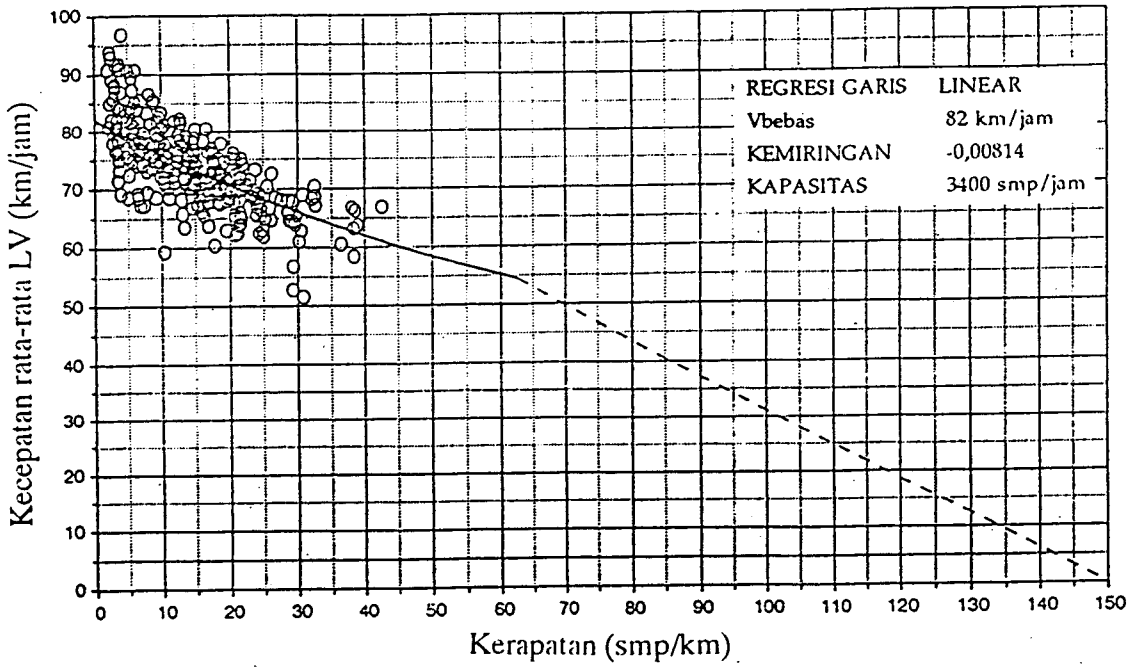
Derajat iringan adalah variabel yang lebih peka terhadap arus dibandingkan terhadap kecepatan, dan dengan demikian memberikan suatu pendekatan yang layak tentang perilaku lalu-lintas pada jalan bebas hambatan tak terbagi. Tipe model matematik yang sama seperti diuraikan untuk kecepatan di atas diterapkan untuk mengembangkan hubungan umum antara derajat kejenuhan dan derajat iringan seperti ditunjukan pada Bab 6, Bagian 2.3.2.



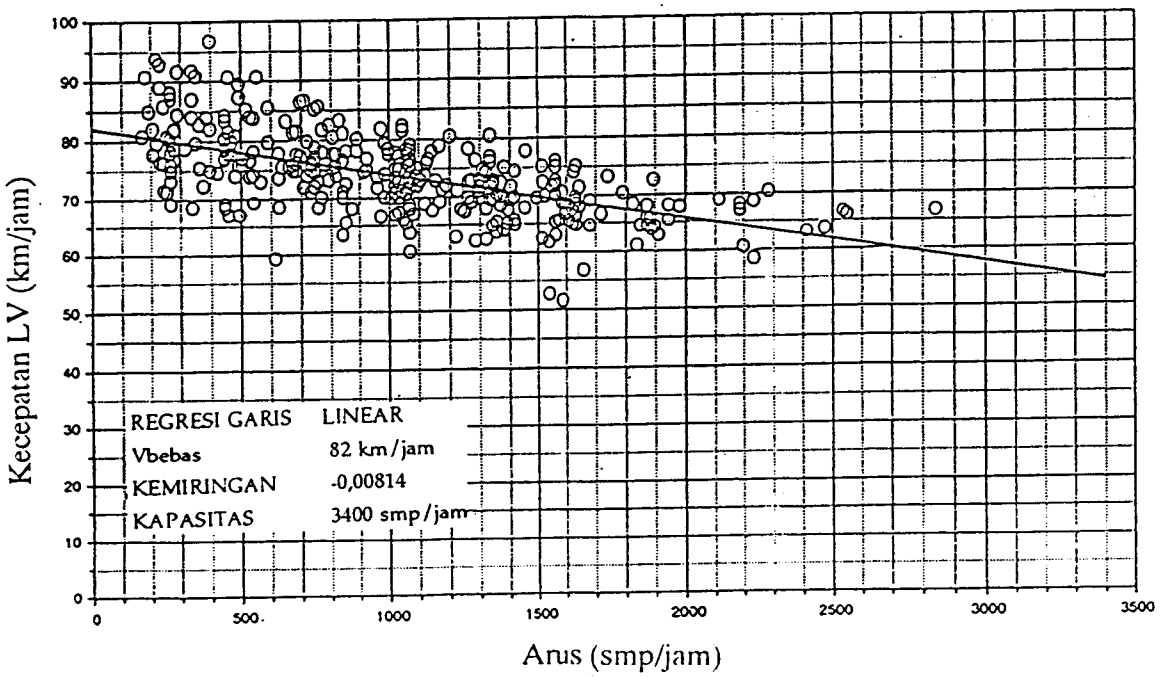
Gambar 2.3.1:1 Hubungan kecepatan-kerapatan untuk jalan bebas hambatan empat-lajur terbagi



Gambar 2.3.1:2 Hubungan kecepatan-arus untuk jalan bebas hambatan empat-lajur terbagi



Gambar 2.3.1:3 Hubungan kecepatan-kerapatan untuk jalan bebas hambatan dua-lajur, tak terbagi



Gambar 2.3.1:4 Hubungan kecepatan-arus untuk jalan bebas hambatan dua-lajur, tak terbagi

2.4 KARAKTERISTIK GEOMETRIK

2.4.1 Tipe medan

Tiga tipe alinyemen umum ditentukan untuk digunakan dalam analisa operasional dan perancangan:

Tipe alinyemen	Naik + turun (m/km)	Lengkung horisontal (rad/km)
Datar	< 10	< 1,0
Bukit	10-30	1,0 - 2,5
Gunung	>30	> 2,5

Catatan: Lihat juga definisi pada Bab 6, Bagian 1.3.

Untuk studi khusus dari jalan bebas hambatan 2/2 UD, manual menyajikan juga kecepatan arus bebas sebagai fungsi umum dari alinyemen vertikal yang dinyatakan sebagai naik+turun (m/km) dan dari alinyemen horisontal yang dinyatakan sebagai lengkung (rad/km).

2.4.2 Tipe jalan bebas hambatan

a) Jalan bebas hambatan dua-lajur, dua-arah tak terbagi (MW 2/2 UD)

Tipe jalan bebas hambatan ini meliputi semua jalan bebas hambatan dua-arah dengan lebar jalur lalu lintas antara 6,5 sampai 7,5 meter.

Keadaan dasar jalan bebas hambatan ini, yang digunakan untuk menentukan kecepatan bebas dasar dan kapasitas adalah sebagai berikut:

- Lebar jalur lalu lintas tujuh meter
- Lebar efektif bahu diperkeras 1,5 m pada masing-masing sisi
- Tidak ada median
- Pemisahan arah lalu lintas 50 - 50
- Tipe alinyemen : datar
- Kelas jarak pandang : A

b) Jalan bebas hambatan empat-lajur dua-arah terbagi (MW 4/2 D)

Tipe jalan bebas hambatan ini meliputi semua jalan bebas hambatan dengan lebar lajur antara 3,25 sampai 3,75 m.

Keadaan dasar jalan bebas hambatan tipe ini didefinisikan sebagai berikut:

- Lebar jalur lalu lintas 2 x 7,0 m

- Lebar efektif bahu diperkeras 3,75m (lebar bahu dalam 0,75 + lebar bahu luar 3,00) untuk masing-masing jalur lalu lintas
- Ada median
- Tipe alinyemen : datar
- Kelas jarak pandang : A

c) Jalan bebas hambatan enam atau delapan-lajur terbagi (MW 6/2D atau MW 8/2D)

Jalan bebas hambatan enam atau delapan lajur terbagi dapat juga dianalisa dengan karakteristik dasar yang sama seperti diuraikan di atas .

2.5 PANDUAN REKAYASA LALU-LINTAS

2.5.1 Tujuan

Tujuan dari bagian ini untuk membantu pengguna manual dalam memilih penyelesaian yang terbaik bagi masalah perancangan, perencanaan dan operasional dengan memberikan saran rentang arus yang layak untuk tipe standar dan denah jalan bebas hambatan (dengan atau tanpa tol) pada alinyemen datar, bukit dan gunung disarankan agar perencanaan **jalan bebas hambatan baru** didasarkan pada analisa biaya siklus hidup dari rencana yang paling ekonomis pada arus lalu-lintas tahun dasar yang berbeda lihat Bagian 2.5.3b. Informasi ini dapat dipakai sebagai dasar pemilihan asumsi awal berkenaan dengan denah dan rancangan yang akan dipakai ketika menggunakan metode perhitungan untuk ruas jalan bebas hambatan sebagai disebutkan di bagian 3 dari Bab ini.

Untuk analisa operasional dan peningkatan **jalan bebas hambatan yang sudah ada**, saran diberikan dalam bentuk perilaku lalu-lintas sebagai fungsi arus lalu-lintas pada keadaan standar, lihat Bagian 2.5.3c. Rencana jalan bebas hambatan harus dengan tujuan memastikan derajat kejenuhan tidak melebihi nilai yang dapat diterima (biasanya 0,75). Saran diberikan juga di bawah berkenaan dengan hal-hal berikut yang berkaitan dengan **rencana detail** dan **pengaturan lalu-lintas**:

- Pengaruh perubahan rencana geometrik dan pengaturan lalu-lintas terhadap keselamatan lalu-lintas dan asap kendaraan.

- Rencana detail yang berkaitan dengan kapasitas dan keselamatan.

- Perlu tidaknya lajur pendakian pada kelandaian khusus.

2.5.2 Tipe jalan standar dan potongan melintang

"Spesifikasi Standar untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota" (Bina Marga, Bipran, Subdir. Perencanaan Teknis Jalan, Desember 1990) memberikan panduan umum perencanaan jalan luar kota. Usulan standar baru untuk jalan luar kota diberikan dalam "Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota" (Kelompok Bidang Keahlian Teknik Lalu-lintas dan Transportasi, 1995).

Dokumen ini menetapkan parameter perencanaan untuk kelas-kelas jalan yang berbeda, dan menetapkan tipe-tipe penampang melintang dalam batasan tertentu bekenaan dengan lebar jalan dan bahu. Sejumlah tipe penampang melintang standar dipilih untuk penggunaan dalam bagian panduan ini yang didasarkan pada standar-standar ini seperti terlihat pada Tabel 2.5.2:1 di bawah.

Semua penampang melintang dianggap memiliki bahu yang diperkeras yang dapat digunakan untuk kendaraan berhenti, tetapi bukan untuk digunakan sebagai lajur lalu-lintas.

Tipe jalan / kode	Kelas Jarak Pandang	Lebar jalur lalu-lintas (m)	Lebar bahu (m)			
			Luar			Dalam
			Datar	Bukit	Gunung	
MW 2/2 UD	A	7,0	2,0	2,0	1,0	
MW 4/2 D	A	14,0	2,5	2,5	1,5	0,5
MW 6/2 D	A	21,0	2,5	2,5	1,5	0,5

Tabel 2.5.2:1 Definisi tipe penampang melintang jalan yang digunakan dalam panduan ini

2.5.3 Pemilihan tipe jalan dan penampang melintang

a) Hal umum

Dokumen standar jalan Indonesia yang merujuk kepada referensi di atas menetapkan tipe jalan dan penampang melintang untuk jalan baru yang tergantung pada faktor-faktor berikut ini :

- Fungsi jalan (arteri)
- Kelas jalan
- Tipe alinyemen jalan : datar, bukit, gunung

Untuk setiap kelas, jalur lalu-lintas standar, lebar bahu dan parameter alinyemen jalan dispesifikasikan dalam rentang tertentu.

Manual ini memperhatikan tipe jalan, rencana geometrik dan tipe alinyemen, tetapi tidak memberi nama secara jelas tipe jalan yang berbeda dengan kode kelas jalan seperti terlihat di atas. Tipe jalan dan penampang melintang tertentu dapat dipilih untuk analisis berdasarkan satu atau beberapa alasan berikut ini :

.1 Untuk menyesuaikan dengan dokumen standar jalan yang sudah ada dan/atau praktek rekayasa setempat.
.2 Untuk memperoleh penyelesaian yang paling ekonomis.
.3 Untuk memperoleh ukuran perilaku lalu-lintas tertentu.
.4 Untuk memperoleh angka kecelakaan yang rendah.

b) Pertimbangan ekonomi

Tipe jalan yang paling ekonomis (jalan umum atau bebas hambatan) berdasarkan analisa Biaya Siklus Hidup (BSH) ditunjukkan pada Bab 1 Bagian 5.2.1 c. Ambang arus lalu-lintas pada tahun ke-1 untuk rencana yang paling ekonomis dari sebuah jalan bebas hambatan baru diberikan pada Tabel 2.5.3:1 di bawah ini.

Kondisi		Ambang arus lalu-lintas (kend/jam) tahun ke-1 (jam puncak)		
		Tipe jalan / lebar jalur lalu-lintas (m)		
Tipe alinyemen	Lokasi	MW 2/2 UD	MW 4/2 D	MW 6/2 D
		7,0 m	14,0 m	21,0 m
Datar	Luar kota	< 800	800	2.100
	Dalam kota	< 700	700	2.000

Tabel 2.5.3:1 Ambang arus lalu-lintas (jam puncak tahun 1) untuk jalan baru

c) Perilaku lalu-lintas (kualitas lalu-lintas)

Dalam perencanaan dan analisis operasional (untuk meningkatkan) ruas jalan bebas hambatan yang sudah ada, tujuannya sering untuk membuat perbaikan kecil terhadap geometri jalan di dalam mempertahankan perilaku lalu-lintas yang diinginkan. Gambar 2.5.3:1-3 menggambarkan hubungan antara kecepatan kendaraan ringan rata-rata (km/jam) dan arus lalu-lintas total (dua arah) pada jalan bebas hambatan pada alinyemen datar, bukit, dan gunung. Hasilnya merupakan rentang perilaku lalu-lintas tipe jalan dan dapat digunkan untuk perancangan atau untuk memilih asumsi data masukan, untuk contoh analisa perencanaan dan operasional untuk meningkatkan jalan bebas hambatan yang sudah ada. Dalam hal diatas harus hati-hati untuk tidak melewati derajat kejenuhan = 0,75 pada jam puncak tahun rencana. Lihat juga Bagian 4.2 mengenai analisa perilaku lalu-lintas untuk maksud perancangan (planing).

d) Pertimbangan keselamatan lalu-lintas

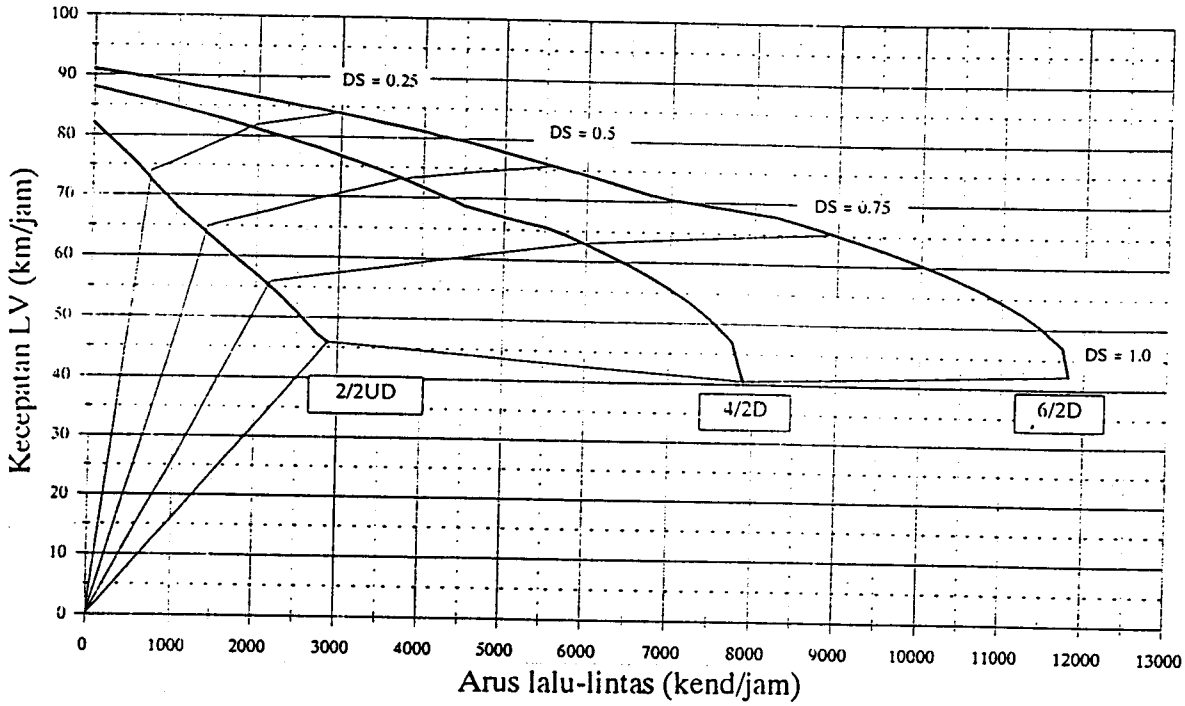
Tingkat kecelakaan lalu-lintas untuk jalan bebas hambatan telah diestimasi dari data statistik kecelakaan di Indonesia seperti telah diterangkan pada Bab I (Pendahuluan).

Pengaruh umum dari rencana geometrik terhadap tingkat kecelakaan dijelaskan sebagai berikut:

- Pelebaran lajur akan mengurangi tingkat kecelakaan antara 2 - 5% per meter pelebaran.
- Pelebaran atau peningkatan kondisi permukaan bahu meningkatan keselamatan lalu-lintas, meskipun mempunyai tingkat yang lebih rendah dibandingkan dengan pelebaran lajur lalu-lintas.
- Lajur pendakian pada kelandaian curam mengurangi tingkat kecelakaan sebesar 20-25%.
- Pemisah tengah mengurangi tingkat kecelakaan sebesar 30%.
- Median penghalang (digunakan jika terdapat keterbatasan ruang untuk membuat pemisah tengah yang lebar) mengurangi kecelakaan fatal dan luka berat sebesar 10-30%, tetapi menambah kecelakaan yang mengakibatkan kerusakan material.

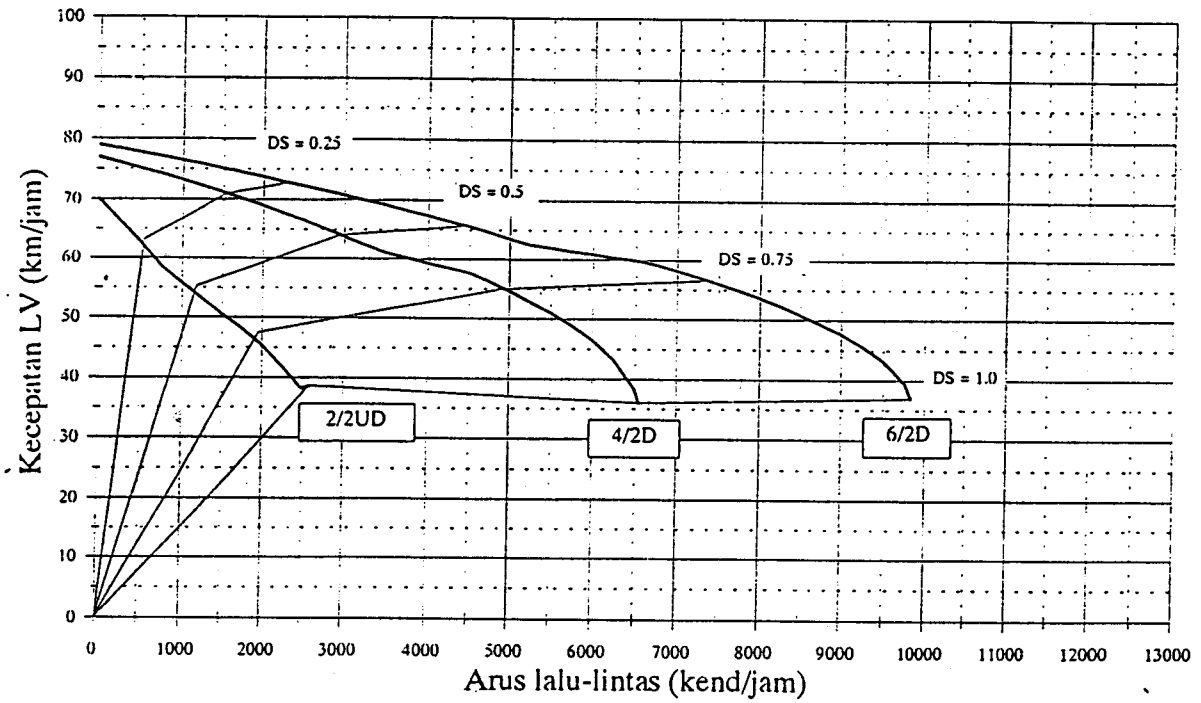
Batas kecepatan, jika dilaksanakan dengan baik, dapat mengurangi tingkat kecelakaan sebesar faktor $(V_{sesudah}/V_{sebelum})^2$.

Jalan Bebas Hambatan Datar



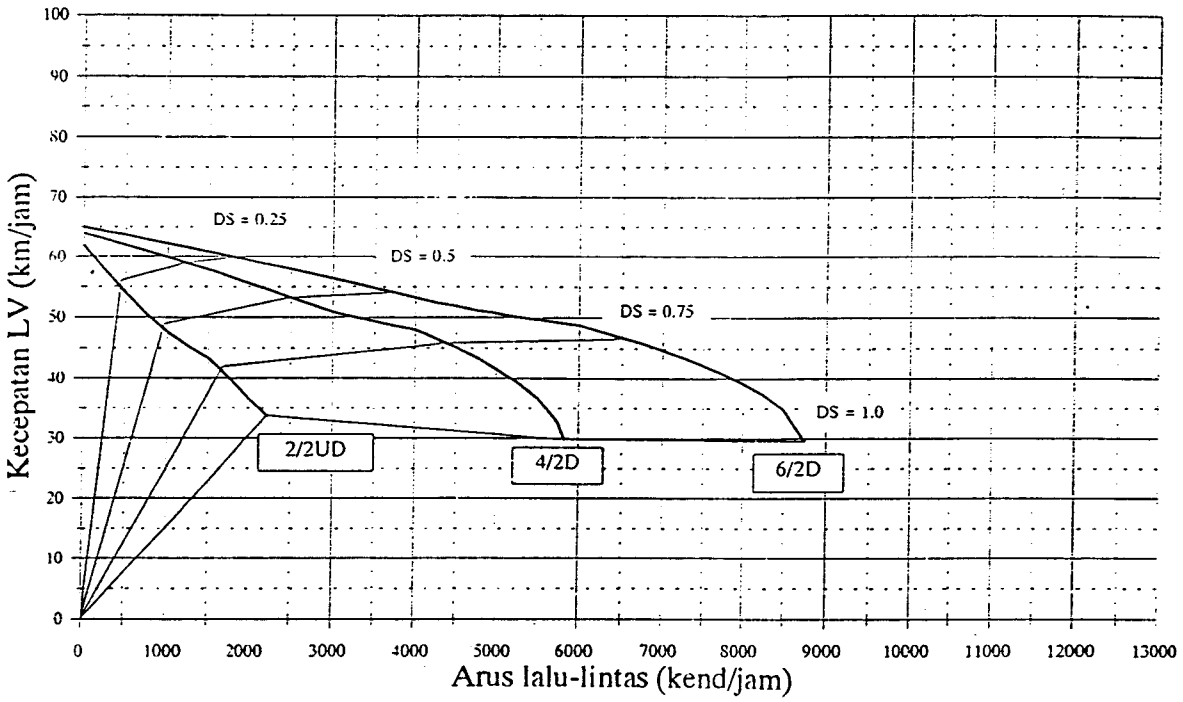
Gambar 2.5.3:1 Perilaku lalu-lintas pada jalan bebas hambatan, datar.
DS = derajat kejenuhan; LV = kendaraan ringan

Jalan Bebas Hambatan Bukit



Gambar 2.5.3:2 Perilaku lalu-lintas pada jalan bebas hambatan, bukit.
DS = derajat kejenuhan; LV = kendaraan ringan

Jalan Bebas Hambatan Gunung



Gambar 2.5.3:3 Perilaku lalu-lintas pada jalan bebas hambatan, gunung.
DS = derajat kejenuhan; LV = kendaraan ringan

e) Pertimbangan lingkungan

Asap kendaraan dan kebisingan berhubungan erat dengan arus lalu-lintas dan kecepatan. Pada arus lalu-lintas yang tetap, asap ini berkurang dengan berkurangnya kecepatan asalkan jalan tersebut tidak macet. Jika arus lalu-lintas mendekati kapasitas (derajat kejenuhan > 0,75), kondisi arus tersendat "berhenti dan berjalan" yang disebabkan oleh kemacetan menyebabkan bertambahnya asap dan juga kebisingan jika dibandingkan dengan perilaku lalu-lintas yang stabil.

2.5.4 Rencana detail

Lihat Bagian 2.5.2 di atas mengenai daftar referensi untuk perencanaan geometrik secara detail. Jika standar-standar ini diikuti, jalan yang aman dan efisien biasanya akan diperoleh. Sebagai prinsip umum, kondisi berikut ini harus dipenuhi:

- Standar jalan harus sedapat mungkin tetap sepanjang rute.
- Bahu jalan harus rata dan sama tinggi dengan jalur lalu-lintas sehingga dapat digunakan oleh kendaraan berhenti.
- Halangan seperti tiang listrik, pohon, dll. sebaiknya tidak terletak di bahu jalan, halangan lebih disukai jika terletak jauh di luar bahu untuk kepentingan keselamatan.

2.5.5 Panduan untuk kelandaian khusus

Bagian jalan yang curam menerus dapat mengakibatkan masalah penting pada kapasitas dan arus lalu-lintas baik arah menanjak maupun menurun. Tujuan bagian ini adalah untuk menolong pengguna manual dalam memilih penyelesaian terbaik bagi masalah perencanaan dan operasional jalan bebas hambatan dengan kelandaian khusus. Saran tentang rentang arus lalu-lintas yang layak juga didasarkan pada analisis biaya siklus hidup dari rencana yang paling ekonomis pada arus lalu-lintas tahun dasar yang berbeda. Kelandaian khusus hanya digunakan pada jalan bebas hambatan dua lajur dua arah.

a) Standar tipe jalan dan penampang melintang

Panduan umum untuk perencanaan jalan luar kota yang dipublikasikan oleh Bina Marga (lihat bagian 2.5.2) juga menetapkan kriteria bagi penggunaan lajur pendakian. Sejumlah penampang melintang standar yang digunakan dalam panduan ini didasarkan pada standar-standar ini dan terlihat pada Tabel 2.5.5:1.

Tipe jalan / kode	Kelas jarak pandang	Lebar jalur (m)		Lebar bahu (m)		
		Menanjak	Menurun	Datar	Bukit	Gunung
MW 2/2 UD	A	3,5	3,5	2,0	2,0	1,0
MW 2/2 UD Lajur pendakian	A	7,0	3,5	2,0	2,0	1,0

Tabel 2.5.5:1 Penampang melintang kelandaian khusus yang dianalisa

b) Pemilihan tipe jalan dan penampang melintang

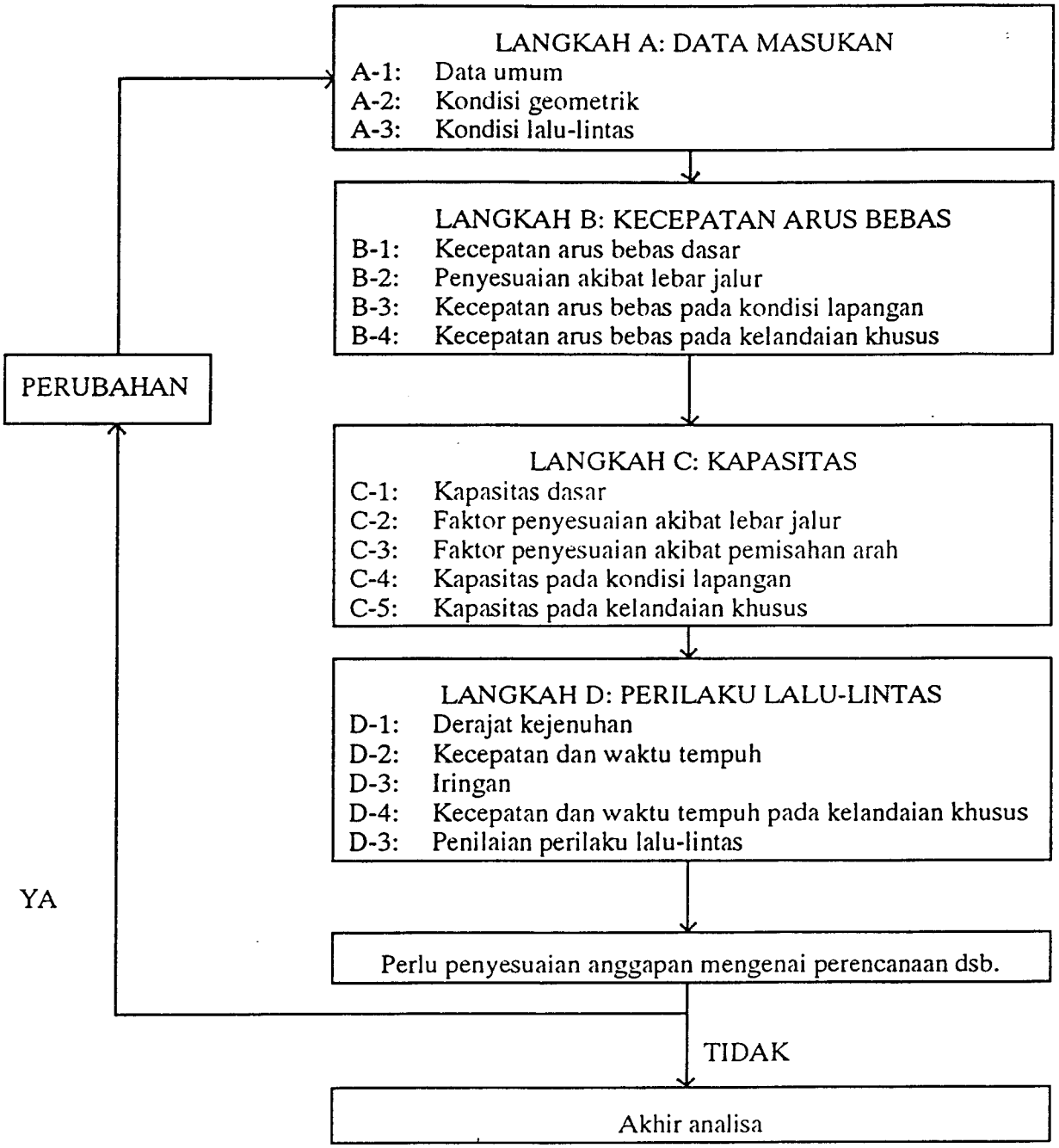
Ambang arus lalu-lintas jam puncak tahun ke-1 untuk rencana yang paling ekonomis dari sebuah kelandaian khusus dengan atau tanpa lajur pendakian yang didasarkan pada analisis biaya siklus hidup (BSH) diberikan pad Tabel 2.5.5:2 di bawah.

Panjang (km)	Ambang arus lalu-lintas (kend/jam) tahun 1 (jam puncak)		
	Kelandaian		
	3 %	5 %	7 %
0,5 km	650	550	500
≥ 1,0 km	550	500	400

Tabel 2.5.5:2 Ambang arus lalu-lintas (tahun 1) untuk lajur pendakian pada ruas kelandaian khusus pada jalan bebas hambatan dua lajur dua arah (umur rencana 23 tahun)

2.6 RINGKASAN PROSEDUR PERHITUNGAN

Bagan alir prosedur perhitungan untuk analisa operasional dan keperluan perencanaan terlihat pada Gambar 2.5:1 di bawah. Berbagai langkah tersebut diuraikan secara rinci dalam Bagian 3.



Gambar 2.6:1 Ringkasan prosedur perhitungan untuk analisa operasional dan perencanaan

Formulir-formulir berikut digunakan untuk perhitungan.

MW-1	Data masukan: - Kondisi umum - Geometrik jalan
MW-2	Data masukan (lanjutan): - Komposisi dan arus lalu lintas.
MW-3	Analisa segmen jalan umum: - Kecepatan arus bebas - Kapasitas - Kecepatan - Derajat iringan
MW-3 SPEC	Analisa kelandaian khusus: - Kecepatan arus bebas - Kapasitas - Kecepatan mendaki

Catatan : Langkah B, C dan D (lihat Gambar 2.6:1) dikerjakan secara terpisah untuk masing-masing jurusan untuk jalan bebas hambatan terbagi.

3. PROSEDUR PERHITUNGAN UNTUK ANALISA OPERASIONAL DAN PERENCANAAN

Sasaran dari analisa operasional untuk segmen jalan bebas hambatan tertentu, untuk kondisi geometrik, lalu lintas dan lingkungan yang ada atau yang akan datang, dapat berupa:

- menentukan kapasitas;
- menentukan derajat kejenuhan arus lalu lintas yang ada atau yang akan datang;
- menentukan kecepatan operasional jalan;
- menentukan distribusi arus lalu lintas dan karakteristik operasional dari masing-masing jalur lalu lintas.

Sasaran utama dari analisa perencanaan adalah untuk menentukan alinyemen dan potongan melintang yang dibutuhkan untuk mempertahankan perilaku lalu-lintas yang dikehendaki. Hal ini dapat berarti lebar jalur lalu lintas atau jumlah lajur, tetapi dapat juga untuk menentukan pengaruh dari perubahan perencanaan, misalnya membuat lajur pendakian atau melebarkan bahu jalan. Prosedur perhitungan untuk analisa operasional dan untuk perencanaan adalah sama, dan mengikuti prinsip yang digariskan pada Bagian 2.2 .

Bab ini memuat petunjuk langkah demi langkah yang dikerjakan untuk analisa operasional atau perencanaan, dengan menggunakan Formulir MW-1, MW-2, MW-3 dan MW-3 SPEC. Formulir kosong untuk diphotocopy diberikan dalam Lampiran 7:1.

Untuk jalan bebas hambatan tak terbagi, perhitungan dilakukan untuk kombinasi kedua arah. Untuk jalan bebas hambatan terbagi perhitungan untuk analisa operasional dan perencanaan dikerjakan secara terpisah menurut arahnya.

LANGKAH A: DATA MASUKAN

LANGKAH A-1: DATA UMUM

a) Penentuan segmen

Bagilah jalan bebas hambatan dalam segmen-segmen. Suatu segmen jalan bebas hambatan didefinisikan sebagai suatu panjang jalan bebas hambatan yang mempunyai karakteristik yang serupa pada seluruh panjangnya. Titik di mana karakteristik jalan berubah secara berarti menjadi batas suatu segmen. Masing-masing segmen dianalisa secara terpisah.Jika beberapa alternatif (keadaan) geometrik segmen sedang dipelajari, masing-masing diberi kode tersendiri dan dicatat dalam formulir data masukan yang terpisah (MW-1 dan MW-2). Formulir analisa yang terpisah (MW-3 dan jika perlu MW-3 SPEC) juga digunakan untuk masing-masing keadaan. Jika periode waktu berbeda harus dianalisa, maka nomer tersendiri harus diberikan untuk masing-masing keadaan, dan harus digunakan formulir data masukan dan analisa tersendiri.

Segmen jalan bebas hambatan yang dipelajari harus tidak terpengaruh oleh simpang susun atau jalur penghubung yang mungkin mempengaruhi kapasitas dan tingkat kinerjanya.

Segmen dapat disebut 'segmen alinyemen umum' (keadaan biasa) dan 'kelandaian khusus', (lihat b) di bawah).

b) Kelandaian khusus

(Hanya dapat diterapkan pada jalan bebas hambatan dua-lajur tak terbagi MW 2/2 UD).

Pada tahap ini harus ditentukan apakah ada bagian jalan bebas hambatan dengan kelandaian khusus yang memerlukan analisa operasional terpisah. Hal ini dapat terjadi apabila terdapat satu atau lebih kelandaian menerus sepanjang jalan bebas hambatan yang menyebabkan masalah kapasitas atau kinerja yang berat dan di mana perbaikan untuk mengurangi masalah ini sedang dipertimbangkan (misal. pelebaran atau penambahan lajur pendakian). Masingmasing kelandaian dapat dijadikan sebagai segmen terpisah dan masing-masing dianalisa sendiri dengan prosedur untuk 'analisa kelandaian khusus', yang diberikan di bawah. Segmen adalah dari bagian dasar kelandaian sampai pundaknya. Umumnya, kelandaian khusus tidak lebih pendek dari kira-kira 400m tetapi tidak ada batas maksimum panjangnya. Tetapi, segmen kelandaian khusus harus merupakan tanjakan **menerus** (turunan pada arah yang berlawanan) yaitu tanpa bagian datar atau penurunan dan harus mempunyai kelandaian paling sedikit **rata-rata** 3 persen untuk seluruh segmen: kelandaian tidak perlu konstan pada seluruh panjang segmennya. Kelandaian pendek (sampai sekitar 1 km) umumnya hanya akan dianalisa terpisah jika sangat curam, sedangkan kelandaian yang lebih panjang memerlukan analisa terpisah walaupun kurang curam, karena efek pengurangan kecepatan yang terus menerus, khususnya untuk kendaraan berat.

Sekalipun kelandaian curam menyebabkan masalah kapasitas dan kinerja yang berarti, tidak disebut suatu 'kelandaian khusus' jika satu atau seluruh dari kondisi berikut berlaku:

- hanya diperlukan analisa perancangan, bukan analisa operasional;
- jika tidak ada maksud untuk mempertimbangkan penyesuaian rencana geometrik untuk mengurangi pengaruh dari kelandaian;
- jika lengkung **horisontal** cukup besar untuk menjadikannya, menurut pendapat ahli, sebagai

penentu utama tunggal dari kapasitas dan kinerja, dan bukan kelandaian.

Dalam hal-hal tersebut segmen tidak di definisikan sebagai 'kelandaian khusus' terpisah dan kelandaian akan dimasukkan pada analisa segmen umum yang lebih panjang, dimana segmen tersebut merupakan bagiannya, dengan karakteristik kelandaian ditentukan dari tipe medan.

c) Data pengenalan segmen

Isikan data umum berikut pada bagian atas dari Formulir MW-1:

- Tanggal (hari,bulan,tahun) dan 'dikerjakan oleh' (masukkan nama anda).

- Propinsi di mana segmen tersebut terletak.

- Nama jalan bebas hambatan

- Kode segmen (mis. Km 3.250-4.750)

- Segmen antara . . . (mis. Cikampek - Karawang)

- Panjang segmen (mis. 1.500 km)

- Tipe jalan bebas hambatan misalnya:

  Jalan bebas hambatan empat-lajur dua-arah terbagi: MW 4/2 D
  Jalan bebas hambatan dua-lajur dua-arah tak terbagi:MW 2/2 UD

- Periode waktu yang dianalisa (misal Tahun 2000, jam sibuk pagi)

- Nomor soal (misal A2000:1)

LANGKAH A-2: KONDISI GEOMETRIK

a) Alinyemen horisontal

Buatlah sketsa segmen jalan bebas hambatan dalam ruang yang tersedia pada Formulir MW-1. Pastikan telah memuat informasi berikut:

- Arah panah yang menunjukkan Utara
- Patok kilometer atau obyek lain yang digunakan untuk menunjukkan lokasi dari segmen jalan bebas hambatan tersebut.
- Sketsa alinyemen horisontal dari segmen jalan bebas hambatan tsb.
- Arah panah yang menunjukkan Arah 1 (biasanya ke Utara - atau ke Timur) dan arah 2 (biasanya ke Selatan atau ke Barat)
- Nama tempat yang dilalui/dihubungkan oleh jalan tsb.
- Marka jalan seperti marka lajur, garis tepi perkerasan, garis-tengah dsb.

Masukkan informasi berikut kedalam kotak-kotak di bawah gambar:

- Lengkung horisontal untuk segmen yang dipelajari (radian/km) (jika tersedia)

b) Kelas jarak pandang

Pada kotak yang sesuai di bawah sketsa alinyemen horisontal, masukkan persentase panjang segmen yang berjarak pandang minimum 300 m (jika tersedia). Dari informasi ini Kelas Jarak Pandang (SDC) dapat ditentukan sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel A-2:1 di bawah, atau dapat diperkirakan dengan taksiran teknis (jika ragu gunakan nilai normal = A untuk jalan bebas hambatan). Masukkan hasil SDC ke dalam kotak di bawah sketsa alinyemen horisontal pada Formulir MW-1.

Kelas jarak pandang	% segmen dengan jarak pandang minimum 300 m
A	> 70%
B	30 - 70%
C	< 30%

Tabel A-2:1 Kelas jarak pandang

c) Alinyemen vertikal

Buatlah sketsa penampang vertikal jalan bebas hambatan dengan skala memanjang yang sama dengan alinyemen horisontal di atasnya. Catatlah kelandaian dalam % jika tersedia.

Masukkan informasi tentang tipe medan umum dengan melingkari tipe yang sesuai (datar, perbukitan atau pegunungan). Jika segmen adalah kelandaian khusus, masukkan informasi kelandaian rata-rata dan panjang kelandaian.

d) Tipe alinyemen

Tentukan tipe alinyemen umum dari Tabel A-2:2 dengan menggunakan informasi tercatat tentang lengkung horisontal (rad/km) dan naik + turun vertikal (m/km), dan masukkan hasilnya dengan melingkari tipe alinyemen yang sesuai (datar, perbukitan, pegunungan) pada formulir.

Tipe alinyemen	Naik + turun (m/km)	Lengkung horisontal (rad/km)
Datar	<10	<1,0
Bukit	10-30	1,0-2,5
Gunung	>30	>2,5

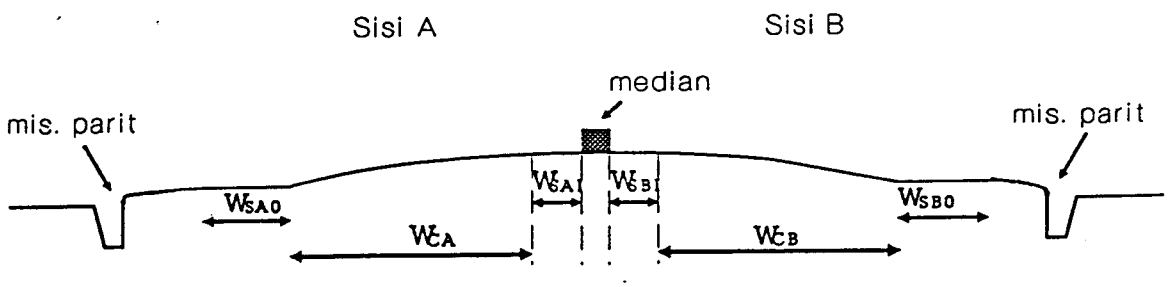
Tabel A-2:2 Tipe alinyemen

Jika nilai lengkung horisontal dan nilai naik + turun dari segmen yang ditinjau tidak cocok dengan salah satu dari kategori alinyemen umum pada Tabel A-2:2 , atau jika data alinyemen tidak tersedia, gunakan klasifikasi tipe "medan" (Bina Marga, IRMS) atau taksiran visual untuk memilih tipe alinyemen umum.

e) Penampang melintang jalan bebas hambatan

Buatlah sketsa penampang melintang jalan dan nyatakan lebar efektif jalur lalu lintas (rata-rata), lebar median, lebar efektif (rata-rata tak terhalang) bahu dalam dan luar (jika jalan terbagi). Perhatikan bahwa sisi A dan Sisi B ditentukan oleh garis referensi penampang melintang pada sketsa alinyemen horisontal. Isilah data geometrik yang sesuai untuk segmen yang ditinjau pada ruang yang tersedia dibawah sketsa.

Jalan bebas hambatan dengan bahu dan median:



W_{CA}, W_{CB} : Lebar efektif jalur lalu-lintas;
W_{SAO} : Lebar efektif bahu luar sisi A dsb;
W_{SAI} : Lebar efektif bahu dalam sisi A dsb;

Gambar A-2:1Gambaran istilah geometrik yang digunakan untuk jalan terbagi

Isikan lebar jalur efektif rata-rata sisi A dan B pada ruang yang tersedia di bawah gambar. Juga lebar bahu efektif W_S yaitu lebar bahu rata-rata untuk jalan dua arah tak terbagi, dan jumlah lebar bahu luar dan dalam per arah untuk jalan terbagi, seperti terlihat dibawah:

Jalan tak-terbagi: $W_S = (W_{SA} + W_{SB})/2$

Jalan terbagi: Arah 1: $W_{S1} = W_{SAO} + W_{SAI}$;
Arah 2: $W_{S2} = W_{SBO} + W_{SBI}$

f) Kondisi pengaturan lalu lintas

Masukkan informasi tentang pengaturan lalu lintas yang diterapkan pada segmen jalan bebas hambatan yang dipelajari seperti :

- batas kecepatan (km/h);
- larangan terhadap jenis kendaraan tertentu;
- larangan kendaraan dengan berat dan/atau beban gandar tertentu
- alat pengatur lalu lintas/peraturan lain.

LANGKAH A-3 : KONDISI LALU LINTAS

Gunakan formulir MW-2 untuk mencatat dan mengolah data masukan mengenai arus dan komposisi lalu lintas. Untuk kelandaian khusus harap langsung ke b).

a) Arus dan Komposisi lalu lintas untuk alinyemen umum

a.1) Tentukan arus jam perencanaan dalam kendaraan/jam

Dua alternatif diberikan di bawah, tergantung pada banyaknya rincian masukan yang tersedia. Alternatif 2 sebaiknya diikuti bila memungkinkan.

A : Hanya data LHRT, Pemisahan dan komposisi lalu lintas yang tersedia

.1 Masukkan data masukan berikut pada kotak yang sesuai dalam Formulir MW-2:
- LHRT (kend/hari) untuk tahun penelitian/kasus
- Faktor-k (rasio antara arus jam rencana dan LHRT; nilai normal 0,10)
- Pemisahan arah SP (Arah 1/Arah 2, Nilai normalnya 50/50 %)

.2 Hitung arus jam perencanaan (Q_{DH} = LHRT × k × SP/100) untuk masing-masing arah dan jumlah (1+2). Masukkan hasilnya ke dalam Tabel untuk data arus menurut jenis dan jurusan perjam, Kolom 11 Baris 3, 4 dan 5.

.3 Masukkan komposisi lalu lintas dalam kotak (Nilai normal LV:71%, MHV 17%, LB 1%, LT 11% berdasar pada kend/jam), dan hitung jumlah kendaraan untuk masing-masing tipe dan arah dengan mengalikan arus rencana pada Kolom 11. Masukkan hasilnya pada Kolom 2, 4, 6 dan 8 dalam Baris 3, 4 dan 5.

B: Data arus lalu lintas menurut jenis dan jurusan tersedia untuk jam rencana.

.1 Masukkan nilai arus lalu lintas jam rencana (Q_{DH}) dalam kend/jam untuk setiap tipe kendaraan dan jurusan ke dalam Kolom 2, 4, 6 dan 8; Baris 3, 4 dan 5. Jika arus yang diberikan adalah dua jurusan (1+2) masukkan nilai arus pada Baris 5, dan masukkan distribusi arah yang diberikan (%) pada Kolom 10, Baris 3 dan 4. Kemudian hitung arus masing-masing tipe kendaraan untuk masing-masing arah dengan mengalikan nilai arus pada Baris 5 dengan distribusi arah pada Kolom 10, dan masukkan hasilnya pada Baris 3 dan 4.

a.2) Tentukan ekivalensi mobil penumpang (emp)

Ekivalensi kendaraan penumpang (emp) untuk Kendaraan Menengah Berat (MHV), Bus Besar (LB), Truk Besar (LT) (termasuk Truk kombinasi) diberikan dalam Tabel A-3:1 s/d 3 dibawah, sebagai fungsi tipe jalan bebas hambatan, tipe medan (Formulir MW-1) dan arus lalu lintas (kend/jam). Untuk Kendaraan Ringan (LV) emp selalu 1,0. Tentukan emp untuk masing-masing tipe kendaraan dari tabel yaitu dengan interpolasi untuk arus lalu lintasnya, atau menggunakan diagram pada Gambar A 3:1-2. Masukkan hasilnya ke dalam Formulir MW-2 , Tabel untuk data penggolongan arus lalu lintas perjam, Baris 1.1 dan 1.2 (untuk jalan bebas hambatan tak-terbagi emp sama untuk kedua jurusan, untuk jalan bebas hambatan terbagi dengan arus yang tidak seimbang emp mungkin berbeda).

JALAN BEBAS HAMBATAN TAK TERBAGI DUA-ARAH DUA-LAJUR (MW 2/2UD)

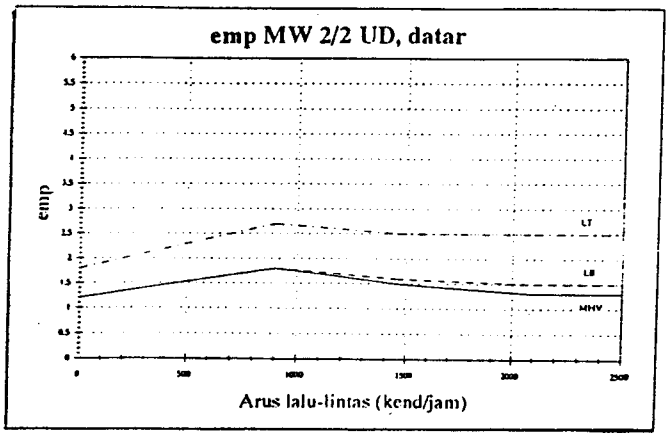
Tipe alinyemen	Total arus kend/jam	emp		
		MHV	LB	LT
Datar	0	1,2	1,2	1,8
	900	1,8	1,8	2,7
	1.450	1,5	1,6	2,5
	≥ 2.100	1,3	1,5	2,5
Bukit	0	1,2	1,6	5,2
	700	1,8	2,5	5,0
	1.200	1,5	2,0	4,0
	≥ 1.800	1,3	1,7	3,2
Gunung	0	3,5	2,5	6,0
	500	3,0	3,2	5,5
	1.000	2,5	2,5	5,0
	≥ 1.450	1,9	2,2	4,0

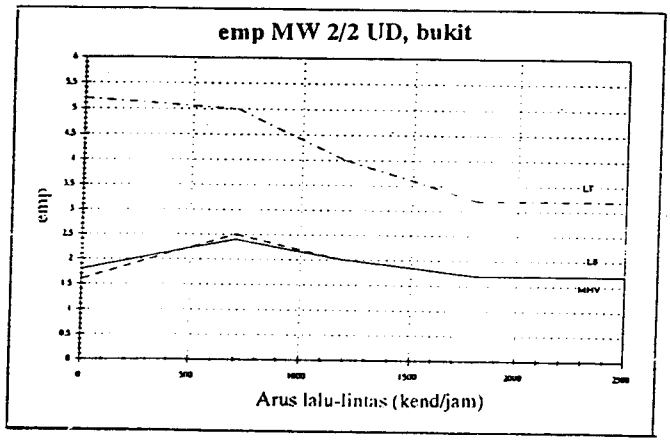
Tabel A-3:1 Ekivalensi kendaran penumpang (emp) untuk MW 2/2 UD

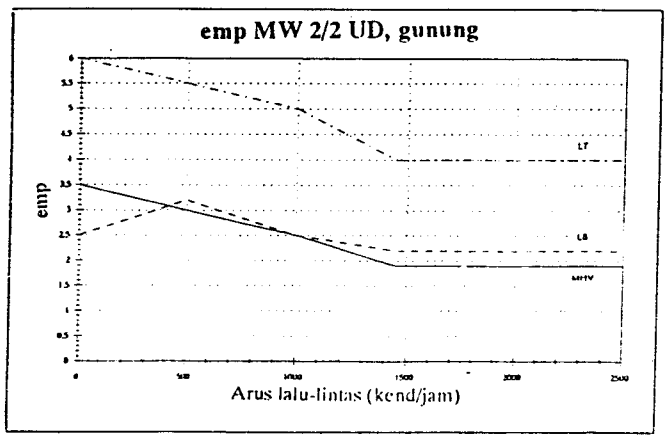
JALAN BEBAS HAMBATAN DUA-ARAH EMPAT-LAJUR (MW 4/2 D)

Tipe alinyemen	Arus kend/jam	emp		
	MW terbagi per arah kend/jam	MHV	LB	LT
Datar	0	1,2	1,2	1,6
	1250	1,4	1,4	2,0
	2250	1,6	1,7	2,5
	≥ 2800	1,3	1,5	2,0
Bukit	0	1,8	1,6	4,8
	900	2,0	2,0	4,6
	1700	2,2	2,3	4,3
	≥ 2250	1,8	1,9	3,5
Gunung	0	3,2	2,2	5,5
	700	2,9	2,6	5,1
	1450	2,6	2,9	4,8
	≥ 2000	2,0	2,4	3,8

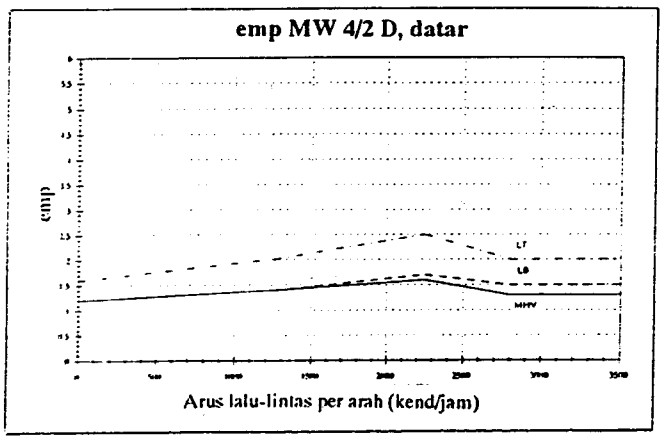
Tabel A:3-2 Emp untuk jalan bebas hambatan dua-arah empat-lajur (MW 4/2 D)

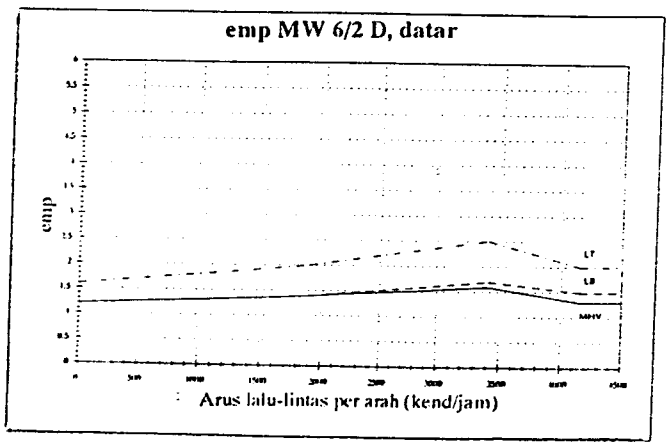


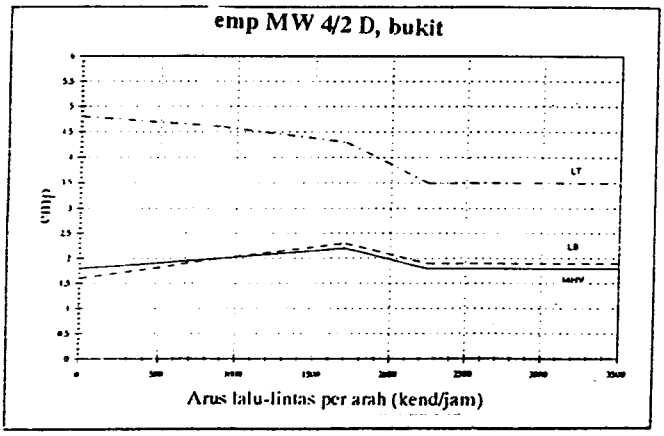


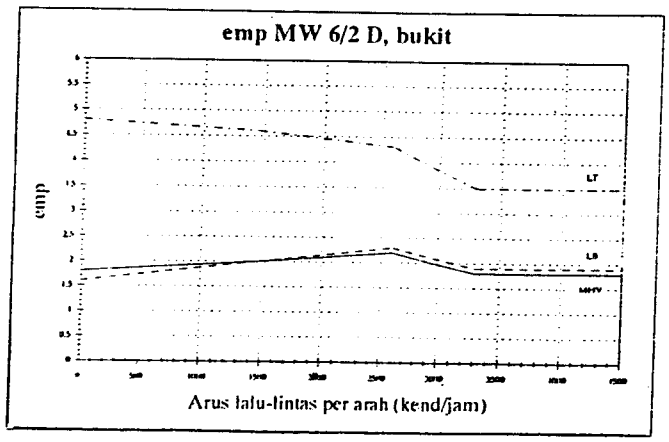


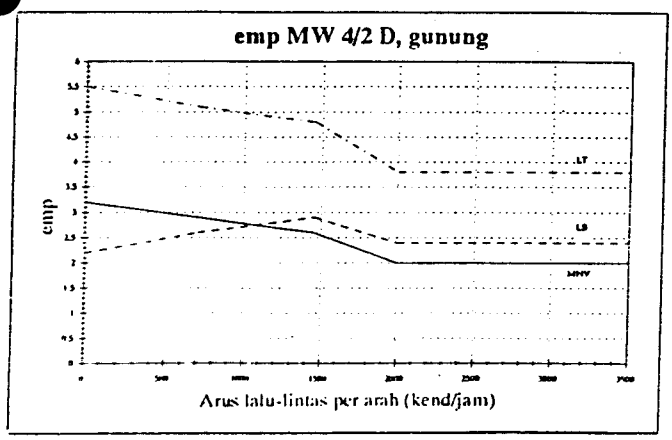
Gambar A-3:1 Emp untuk jalan bebas hambatan takterbagi

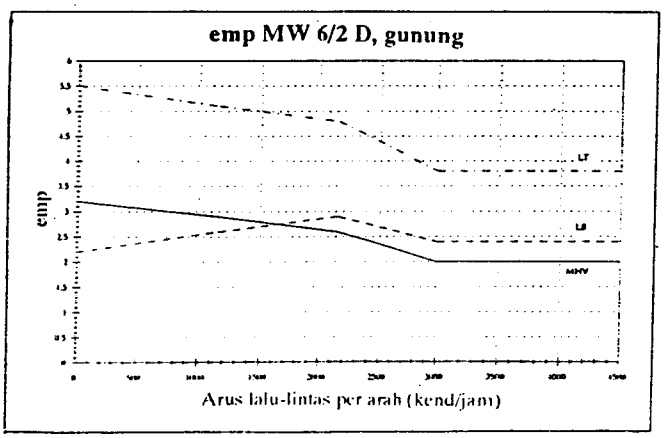












Gambar A-3:2 Emp untuk jalan bebas hambatan terbagi

JALAN BEBAS HAMBATAN DUA-ARAH ENAM-LAJUR (MW 6/2 D)

Tipe alinyemen	Arus kend/jam	emp		
	MW terbagi per arah kend/jam	MHV	LB	LT
Datar	0	1,2	1,2	1,6
	1.900	1,4	1,4	2,0
	3.400	1,6	1,7	2,5
	≥ 4.150	1,3	1,5	2,0
Bukit	0	1,8	1,6	4,8
	1.450	2,0	2,0	4,6
	2.600	2,2	2,3	4,3
	≥ 3.300	1,8	1,9	3,5
Gunung	0	3,2	2,2	5,5
	1.150	2,9	2,6	5,1
	2.150	2,6	2,9	4,8
	≥ 3.000	2,0	2,4	3,8

Tabel A:3-3 Emp untuk jalan bebas hambatan dua-arah enam-lajur (MW 6/2 D)

a.3) Hitung parameter arus lalu lintas yang diperlukan untuk analisa

- Hitung nilai arus lalu lintas perjam rencana Q_{DH} dalam smp/jam dengan mengalikan arus dalam kendaraan/jam pada Kolom 2,4,6 dan 8 dengan emp yang sesuai pada Baris 1.1 ddan 1.2, dan masukkan hasilnya pada Kolom 3,5,7 dan 9; Baris 3-5. Hitung arus total dalam smp/jam dan masukkan hasilnya ke dalam Kolom 12.

- Hitung pemisahan arah (SP) sebagai arus total (smp/jam) pada Jurusan 1 pada Kolom 12 dibagi dengan arus total pada Jurusan 1+2 (smp/jam) pada Kolom yang sama. Masukkan hasilnya ke dalam Kolom 12 Baris 6. SP = $Q_{DH.1}/Q_{DH.1+2}$

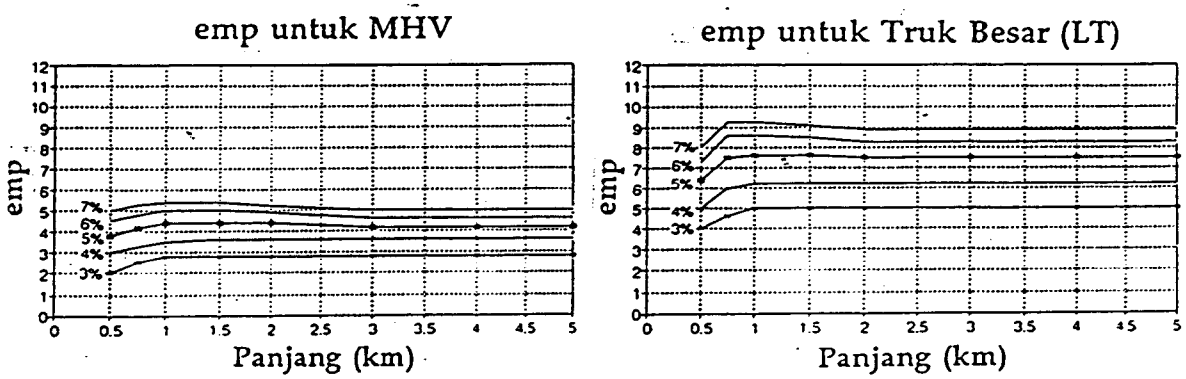
- Hitung faktor satuan mobil penumpang $F_{smp} = Q_{smp}/Q_{kend}$ dengan pembagian jumlah pada Kolom 12 baris 5 dengan jumlah pada Kolom 11, Baris 5. Masukkan hasilnya ke dalam Kolom 12 Baris 7.

b) Arus dan Komposisi lalu lintas untuk kelandaian khusus pada jalan 2/2 U/D

Gunakan formulir MW-2 sebagaimana diterangkan dibawah ini. Data arus lalu lintas perjam yang telah digolongkan harus tersedia.

b.1) Tentukan emp untuk jurusan mendaki (jur.1) dan masukkan hasilnya pada Baris 1.1.

- Emp untuk Kendaraan ringan (LV) selalu 1,0
- Emp untuk Bus Besar (LB) adalah 2,5 untuk arus lebih kecil dari 1.200 kend/jam dan 2,0 untuk keadaan lainnya.
- Gunakan Tabel A-3:4 atau Gambar A-3:3 dibawah untuk menentukan emp Kendaraan Berat Menengah (MHV) dan Truk Besar (LT) . Jika arus lalu lintas dua arah adalah lebih besar dari 1.000 kend/jam nilai tersebut dikalikan 0,7.



Gambar A-3:3 Emp untuk Kendaraan Berat Menengah dan Truk Besar, Kelandaian khusus mendaki

Panjang (km)	Emp									
	Kemiringan (%)									
	3		4		5		6		7	
	MHV	LT	MHV	LT	MHV	LT	MHV	LT	MHV	LT
0,50	2,00	4,00	3,30	5,00	3,80	6,40	4,50	7,30	5,00	8,00
0,75	2,50	4,60	3,30	6,00	4,20	7,50	4,80	8,60	5,30	9,30
1,0	2,80	5,00	3,50	6,20	4,40	7,60	5,00	8,60	5,40	9,30
1,5	2,80	5,00	3,60	6,20	4,40	7,60	5,00	8,50	5,40	9,10
2,0	2,80	5,00	3,60	6,20	4,40	7,50	4,90	8,30	5,20	8,90
3,0	2,80	5,00	3,60	6,20	4,20	7,50	4,60	8,30	5,00	8,90
4,0	2,80	5,00	3,60	6,20	4,20	7,50	4,60	8,30	5,00	8,90
5,0	2,80	5,00	3,60	6,20	4,20	7,50	4,60	8,30	5,00	8,90

Tabel A-3:4 Emp untuk Kendaraan Berat Menengah dan Truk Besar, Kelandaian khusus mendaki

b.2) Tentukan emp untuk arah menurun (jur.2) dan masukkan hasilnya pada Baris 1.2.

- Tentukan smp untuk arah menurun dari Tabel atau Gambar A-3:1 dengan anggapan sama seperti untuk alinyemen datar.

b.3) Masukkan data arus lalu lintas yang telah digolongkan

- Masukkan arus lalu lintas (Q kend/jam) untuk setiap tipe kendaraan ke dalam Kolom 2,4,6 dan 8, Baris 3 jurusan 1 mendaki , Baris 4 jurusan 2 menurun.

b.4) Hitung parameter arus lalu lintas yang diperlukan untuk analisa

Hitung parameter berikut ini dengan cara yang sama seperti untuk medan umum langkah a 3):

- Arus arus lalu lintas dalam smp/jam untuk jurusan 1 (mendaki) dan untuk jurusan2 (menurun) dimasukkan pada Kolom 3,5,7 dan 9; Baris 3 dan 4. Tambahkan Baris 3 dan 4 untuk mendapatkan arustotal pada Jurusan 1+2 dalam smp/jam, yang dimasukkan pada Baris 5.

- Pemisahan Arah (SP).

LANGKAH B: ANALISA KECEPATAN ARUS BEBAS

Mulailah pada langkah B-1 apabila segmen yang dipelajari adalah segmen alinyemen umum. Jika segmen adalah kelandaian khusus (hanya berlaku untuk jalan bebas hambatan dua-lajur tak-terbagi), lanjutkan langsung ke langkah B-4.

Gunakan Formulir MW-3 untuk analisa menentukan kecepatan arus bebas sesungguhnya, dengan data masukan dari Langkah A (Formulir MW-1 dan MW-2).

$FV = FV_0 + FV_w$

di mana:
FV = Kecepatan arus bebas pada kondisi lapangan (km/jam)
FV_0 = Kecepatan arus bebas dasar (km/jam)
FV_w = Penyesuaian untuk lebar efektif jalur lalu lintas (km/jam)

LANGKAH B-1 : KECEPATAN ARUS BEBAS DASAR

Tentukan kecepatan arus bebas dasar (FV_0) untuk kendaraan ringan pada kondisi alinyemen dan SDC-lapangan dengan menggunakan tabel B-1:1. Perhatikan bahwa untuk jalan bebas hambatan dua-lajur dua-arah tak-terbagi, kecepatan arus bebas dasar pada medan datar adalah juga fungsi dari kelas jarak pandang (dari Formulir MW-1). Jika kelas jarak pandangnya tidak diketahui, anggaplah pada jalan bebas hambatan tersebut SDC = B.

Masukkan nilai kecepatan arus bebas dasar ke dalam Kolom (2) Formulir MW-3.

Perhatikan bahwa hanya nilai kecepatan arus bebas kendaraan ringan yang digunakan dalam manual ini. Kecepatan arus bebas kelas kendaraan lainnya yang ditunjukkan pada Tabel B-1:1 hanya untuk referensi saja.

Tipe jalan bebas hambatan /Tipe alinyemen	Kecepatan arus bebas dasar (FV_0) (km/jam)			
	Kendaraan ringan LV	Kendaraan menengah MHV	Bus besar LB	Truk besar LT
Enam-lajur terbagi				
- Datar	91	71	93	66
- Bukit	79	59	72	52
- Gunung	65	45	57	40
Empat-lajur terbagi				
- Datar	88	70	90	65
- Bukit	77	58	71	52
- Gunung	64	45	57	40
Dua-lajur tak-terbagi				
- Datar SDC: A	82	66	85	63
" SDC: B-C	78	63	81	60
- Bukit	70	55	68	51
- Gunung	62	44	55	39

Tabel B-1:1 Kecepatan arus bebas dasar pada jalan bebas hambatan

Tipe alinyemen umum didefinisikan pada Bab 6, Bagian 1.3.

Kecepatan arus bebas pada jalan lebih dari enam-lajur dapat dianggap sama seperti jalan bebas hambatan enam-lajur pada Tabel B-1:1.

LANGKAH B-2: PENYESUAIAN KECEPATAN ARUS BEBAS AKIBAT LEBAR JALUR LALU LINTAS

Tentukan penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas dari Tabel B-2:1 berdasar pada lebar efektif jalur lalu lintas (W_C) yang tercatat pada Formulir MW-2.

Masukkan nilai penyesuaian (FV_w) pada Kolom (3). Perhatikan bahwa untuk jalan bebas hambatan, yang umumnya mempunyai bahu diperkeras yang dapat digunakan untuk lalu lintas, lebar bahu tidak ditambahkan pada lebar efektif jalur lalu lintas. Hitung jumlah kecepatan arus bebas dasar pada Kolom (2) dan penyesuaian pada Kolom (3). Masukkan hasilnya pada Kolom (4): $FV_0 + FV_w$

Tipe jalan bebas hambatan	Lebar efektif jalur lalu-lintas (W_C)	FV_w km/jam		
		Tipe alinyemen		
		Datar	Bukit	Gunung
Empat-lajur terbagi Enam-lajur terbagi	Per lajur 3,25 3,50 3,75	 -1 0 2	 -1 -1 0	 -1 0 1
Dua-lajur tak terbagi	Total 6,5 7,0 7,5	 -2 0 1	 -1 0 1	 -1 0 1

Tabel B-2:1 Penyesuaian akibat pengaruh lebar jalur lalu lintas dan tipe alinyemen pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan (FV_w)

Penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan bebas hambatan dengan jumlah lajur lebih dari enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai-nilai yang tersedia untuk jalan bebas hambatan empat- dan enam- lajur pada tabel di atas.

LANGKAH B-3: PENENTUAN KECEPATAN ARUS BEBAS PADA KONDISI LAPANGAN

Kecepatan arus bebas dihitung dengan $FV = FV_0 + FV_W$. Masukkan nilainya pada Kolom(4) kedalam Kolom (7). Penyesuaian kecepatan arus bebas adalah sama sepereti FV_W pada Kolom (3). Masukkan hasilnya ke dalam Kolom (8).

Kecepatan arus bebas tipe kendaraan lain dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan berikut:

Contoh:

$$FV_{MHV} = FV_{MHV,0} + FV_W \; FV_{MHV,0}/FV_0$$

dimana:
FV_0 = Kecepatan arus bebas dasar kend. ringan (LV)
$FV_{MHV,0}$ = Kecepatan arus bebas dasar kend. menengah MHV
FV_{MHV} = Kecepatan arus bebas kend. menengah MHV
FV_W = Penyesuaian kecepatan akibat lebar jalur

LANGKAH B-4: KECEPATAN ARUS BEBAS PADA KELANDAIAN KHUSUS

Hanya untuk jalan bebas hambatan dua-lajur tak-terbagi:

Jika segmen bukan kelandaian khusus, langkah B-4 harus dilewati.

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada jalan bebas hambatan dua-lajur tak terbagi (MW 2/2 UD) dengan kelandaian khusus harus dihitung secara terpisah untuk masing-masing arah (mendaki dan menurun), dan dibandingkan dengan kecepatan untuk keadaan alinyemen datar.

Gunakan Formulir MW-3 SPEC untuk menentukan kecepatan arus bebas pada kelandaian khusus. Kondisi datar = arah 0; Mendaki = arah 1; Menurun = arah 2.

1. Masukkan kelandaian rata-rata dan panjangnya (dari MW-1).

2. Tentukan kecepatan arus bebas dasar FV_0 kendaraan ringan pada kondisi datar dari Tabel B-1:1 dan masukkan hasilnya dalam Kolom 2.

3. Hitung penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas sebagaimana diuraikan pada langkah B-2 diatas, dan masukkan hasilnya ke dalam Formulir MW-3 SPEC pada Kolom 3. Hitung kecepatan arus bebas pada kondisi datar sesuai Langkah B-3 dan masukkan hasilnya (FV_{datar}) pada Kolom 4, Baris 0.

4. Tentukan kecepatan arus bebas dasar mendaki dan menurun $FV_{UH,0}$ dan $FV_{DH,0}$ secara terpisah dari Tabel B-6:1 di bawah. Kecepatan $FV_{UH,0}$ dan $FV_{DH,0}$ adalah fungsi dari kelandaian dan panjangnya dan berdasarkan pada kecepatan pendekat 82 km/jam pada kelandaian tersebut. Masukkan hasilnya ke dalam Kolom 2 pada baris untuk arah 1 (mendaki) dan arah 2 (menurun).

Panjang km	Arah 1, Tanjakan %					Arah 2, Turunan %				
	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
0,5	77,4	73,0	69,4	65,1	60,8	81	80	79,0	76,0	72,0
1,0	75,0	69,4	64,5	59,6	54,6	81	80	78,2	74,8	70,4
2,0	73,2	66,9	61,3	56,3	51,2	81	80	77,4	73,6	68,8
3,0	72,6	66,1	60,3	55,3	50,2	81	80	76,6	72,4	67,2
4,0	72,3	65,7	59,9	54,9	49,8	81	80	75,8	71,2	65,6
5,0	72,0	65,4	59,5	54,5	49,5	81	80	75,0	70,0	64,0

Tabel B-4:1 Kecepatan arus bebas dasar menanjak $FV_{UH,0}$ dan kecepatan arus bebas menurun $FV_{DH,0}$ dari kendaraan ringan pada kelandaian khusus, MW 2/2 UD

5. Bandingkan kecepatan arus bebas pada kondisi datar pada Kolom 5 dengan kecepatan mendaki dasar pada Kolom 2. Tentukan kecepatan mendaki FV_{UH} sebagai berikut:

   a) Jika $FV_{datar} \leq FV_{UH,0}$ maka $FV_{UH} = FV_{datar}$
   Masukkan FV_{UH} pada Kolom 5 Baris 1.

   b) Jika $FV_{datar} > FV_{UH,0}$ maka hitung kecepatan arus bebas mendaki pada kelandaian khusus FV_{UH} sebagai berikut dan masukkan hasilnya pada Kolom 5:

$$FV_{UH} = FV_{UH,0} - (82 - FV_{datar}) \frac{10 - \text{Kemiringan}}{10} \times \frac{1,0}{L}$$

   Jika $L \geq 2,5$ km maka ambil $L = 2,5$

   dimana:
   - FV_{UH} adalah kecepatan arus bebas mendaki kendaraan ringan (km/jam)
   - FV_{datar} adalah kecepatan arus bebas pada kondisi datar seperti dihitung diatas.
   - Kemiringan adalah kelandaian rata-rata (%) pada kelandaian khusus.
   - L adalah panjang kelandaian khusus dalam km.

6. Bandingkan kecepatan arus bebas pada kondisi datar pada Kolom 5 dengan kecepatan menurun dasar pada Kolom 2. Tentukan kecepatan menurun FV_{DH} sebagai berikut:

   a) Jika $FV_{datar} \leq FV_{DH,0}$ maka $FV_{DH} = FV_{datar}$
   Masukkan FV_{datar} pada Kolom 5 Baris 2.

   b) Jika$FV_{datar} > FV_{DH,0}$ maka $FV_{DH} = FV_{DH,0}$
   Masukkan $FV_{DH,0}$ pada Kolom 5 Baris 2.

7. Untuk menghitung kecepatan gabungan perhatikan arus kendaraan ringan dalam kedua arah.

   Q_{LV1} adalah arus kendaraan ringan arah 1 (menanjak)
   Q_{LV2} adalah arus kendaraan ringan arah 2 (menurun)
   $Q_{LV}=Q_{LV1}+Q_{LV2}$ adalah arus kendaraan ringan kedua arah.

   Kecepatan arus bebas rata-rata pada kedua arah (FV) dihitung sebagai berikut:

$$FV = \frac{Q_{LV}}{\left(\frac{Q_{LV1}}{FV_{UH}} + \frac{Q_{LV2}}{FV_{DH}}\right)}$$

Kecepatan arus bebas truk pada jalan bebas hambatan dua-lajur tak terbagi (MW 2/2 UD) dengan kelandaian khusus harus dihitung dengan menggunakan prosedur yang sama untuk kendaraan ringan seperti diuraikan diatas.

Tentukan mula-mula kecepatan arus bebas dasar pada kondisi data $FV_{LT,O}$ bagi Truk Besar dari Tabel B-1:1 dan masukkan hasilnya dalam Kolom 2, Baris 0.

Hitung kecepatan arus bebas datar $FV_{LT,DATAR}$ bagi truk seperti pada Langkah B-3. Masukkan hasilnya dalam Kolom 5, Baris 0.

Untuk menentukan kecepatan arus bebas dasar mendaki $FV_{LT,UH,O}$ gunakan Tabel B-4:2 dibawah, bukan Tabel B-4:1, dan untuk fasal 5b gunakan rumus berikut untuk menentukan kecepatan arus bebas mendaki $FV_{LT,UH}$ yang disesuaikan, dan masukkan hasilnya dalam Kolom 5:

$$FV_{LT,UH} = FV_{LT,UH,0} - (63 - FV_{LT,DATAR}) \frac{8 - \text{Kemiringan}}{8} \times \frac{0,60}{L}$$

Jika $L \geq 2,5$ km maka ambil $L = 2,5$

dimana:

- $FV_{LT,UH,O}$ adalah kecepatan arus bebas dasar mendaki untuk truk besar (km/jam)
- $FV_{LT,UH}$ adalah kecepatan arus bebas mendaki truk besar (km/jam)
- $F_{LT,DATAR}$adalah kecepatan arus bebas mendaki truk besar untuk kondisi datar seperti dihitung diatas
- Kemiringan adalah kelandaian rata-rata (%) dari kelandaian khusus
- L adalah panjang kelandaian khusus dalam km.

Panjang km	LT Tanjakan %				
	3	4	5	6	7
0,5	53,3	47,1	41,3	35,8	30,5
1,0	49,0	42,0	35,4	30,8	26,5
2,0	45,9	39,1	32,8	28,7	24,9
3,0	44,9	38,3	32,1	28,1	24,4
4,0	44,5	37,9	31,8	27,8	24,2
5,0	44,1	37,6	31,5	27,6	24,0

Tabel B-4:2 Kecepatan arus bebas dasar mendaki truk besar ($FV_{LT,UH,0}$) pada kelandaian khusus, jalan MW 2/2 UD

LANGKAH C: ANALISA KAPASITAS

Jika segmen merupakan kelandaian khusus jalan bebas hambatan MW 2/2 UD, langsung menuju langkah C-5 dan gunakan Formulir MW-3 SPEC dan bukan Formulir MW-3.

Untuk jalan tak-terbagi, semua analisa (kecuali analisa- kelandaian khusus) dilakukan pada kedua arah, menggunakan satu set formulir. Untuk jalan terbagi, analisa dilakukan pada masing-masing arah dan seolah-olah masing-masing arah adalah jalan satu arah yang terpisah.

Gunakan masukan kondisi yang ditentukan pada langkah A-C (Formulir MW-1 dan MW-2) untuk menentukan kapasitas, dengan bantuan Formulir MW-3.

$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP}$ (smp/jam)

di mana:

C = Kapasitas
C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)
FC_W = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas
FC_{SP} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah (jalan bebas hambatan tak terbagi)

LANGKAH C-1: KAPASITAS DASAR

Tentukan kapasitas dasar dari Tabel C-1:1 dan masukkan nilainya ke dalam Formulir MW-3, Kolom (11). (Perhatikan bahwa pengaruh tipe medan pada kapasitas juga diperhitungkan melalui penggunaan emp yang berbeda seperti yang diuraikan pada langkah A-3)

Tipe jalan bebas hambatan/ Tipe alinyemen	Kapasitas dasar (smp/jam/lajur)
Empat- dan enam-lajur terbagi	
- Datar	2300
- Bukit	2250
- Gunung	2150

Tabel C-1:1 Kapasitas dasar jalan bebas hambatan terbagi

Tipe jalan bebas hambatan/ Tipe alinyemen	Kapasitas dasar (total kedua arah) (smp/jam)
Dua-lajur tak-terbagi	
- Datar	3400
- Bukit	3300
- Gunung	3200

Tabel C-1:2 Kapasitas dasar jalan bebas hambatan tak-terbagi

Kapasitas dasar untuk jalan bebas hambatan dengan lebih dari enam lajur (berlajur banyak) dapat ditentukan dengan menggunakan kapasitas per lajur yang diberikan dalam tabel di atas, meskipun lajur yang bersangkutan tidak dengan lebar yang standar (koreksi untuk lebar dibuat pada langkah C-2 di bawah).

LANGKAH C-2: FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT LEBAR JALUR LALU LINTAS

Tentukan faktor penyesuaian untuk lebar jalur lalu lintas dari tabel C-2:1 berdasar pada lebar efektif jalur lalu lintas (W_C) (lihat Formulir MW-2) dan masukkan hasilnya ke dalam Formulir MW-3, Kolom (12). Untuk jalan bebas hambatan yang umumnya mempunyai bahu diperkeras yang dapat digunakan untuk lalu lintas, lebar bahu tidak ditambahkan pada lebar efektif jalur lalu lintas.

Tipe jalan bebas hambatan	Lebar efektif jalur lalu-lintas W_C (m)	FC_W
Empat-lajur terbagi Enam-lajur terbagi	Per lajur 3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Dua-lajur tak-terbagi	Total kedua arah 6,5	0,96
	7	1,00
	7,5	1,04

Tabel C-2:1 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_W)

Faktor penyesuaian kapasitas jalan dengan lebih dari enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai per lajur yang diberikan untuk jalan bebas hambatan empat-dan enam-lajur pada tabel di atas.

LANGKAH C-3: FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT PEMISAHAN ARAH

Tentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah dari Tabel C-3:1 di bawah berdasar data masukan untuk kondisi lalu lintas dari Formulir MW-2, Kolom (12), dan masukkan hasilnya ke dalam Formulir MW-3, Kolom (13). (HANYA UNTUK JALAN BEBAS HAMBATAN TAK-TERBAGI MW 2/2 UD)

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Jalan bebas hambatan tak terbagi	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

Tabel C-3:1 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC_{SP})

LANGKAH C-4: PENENTUAN KAPASITAS PADA KONDISI LAPANGAN

Tentukan kapasitas segmen jalan bebas hambatan untuk kondisi lapangan dengan bantuan data yang diisikan ke dalam Formulir MW-3 Kolom (11)-(13) dan masukkan hasilnya ke dalam Kolom (16).

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \quad \text{(smp/jam)}$$

di mana:
C = Kapasitas
C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)
FC_W = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas
FC_{SP} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah (jalan bebas hambatan tak terbagi)

LANGKAH C-5: KAPASITAS UNTUK KELANDAIAN KHUSUS

(Untuk kelandaian khusus dengan lajur pendakian, lihat Langkah D-4).

Kapasitas pada kelandaian khusus dihitung pada prinsipnya sama seperti untuk segmen dengan alinyemen umum di atas, tetapi dengan kapasitas dasar yang berbeda dan dalam beberapa keadaan dengan faktor penyesuaian yang berbeda. Formulir MW-3 SPEC harus digunakan untuk analisa kelandaian khusus.

$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP}$ (smp/jam)

Kapasitas dasar dua-arah (C_0) ditentukan dari Tabel C-5:1. Masukkan nilainya ke dalam Formulir MW-3 SPEC, Kolom (11).

Panjang kelandaian/ % kelandaian	Kapasitas dasar (dua arah) smp/jam
Panjang ≤ 0,5 km/ Seluruh kelandaian	3300
Panjang ≤ 0,8 km/ Kelandaian ≤ 4,5%	3250
Keadaan-keadaan lain	3000

Tabel C-5:1 Kapasitas dasar dua arah pada kelandaian khusus di jalan bebas hambatan dua-lajur

Faktor penyesuaian untuk lebar jalur lalu lintas (FC_W) adalah sama seperti pada Tabel C-2:1 di atas untuk jalan bebas hambatan dua-lajur tak-terbagi. Masukkan nilainya ke dalam Formulir MW-3 SPEC, Kolom (12).

Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah (FC_{SP}) ditentukan dengan cara yang sama seperti diuraikan dalam Bab 6 (Jalan bebas hambatan Luar-kota) langkah C-6 dan dimasukkan ke dalam Kolom (13).

Tentukan kapasitas dari kelandaian khusus keadaan lapangan dari nilai-nilai pada formulir MW-3 SPEC. Kolom 11 - 13 dan masukkan hasilnya dalam Kolom 14.

LANGKAH D: PERILAKU LALU-LINTAS

Jika segmen adalah kelandaian khusus, lanjutkan langsung ke langkah D-4.

Untuk jalan tak-terbagi (jalan bebas hambatan tak-terbagi) semua analisa (kecuali analisa kelandaian khusus) dilakukan pada kedua arah, menggunakan satu set formulir. Untuk jalan terbagi analisa dilakukan pada masing-masing arah secara terpisah, menggunakan formulir berbeda untuk masing-masing arah, seolah-olah masing-masing arah adalah jalan satu arah yang terpisah.

Gunakan kondisi masukan yang ditentukan dalam langkah A-3 (Formulir MW-2) dan kecepatan arus bebas dan kapasitas yang ditentukan dalam langkah B dan C untuk menentukan derajat kejenuhan, kecepatan dan waktu tempuh, dan rasio iringan. Masukkan hasilnya ke dalam Formulir MW-3.

LANGKAH D-1: DERAJAT KEJENUHAN

1. Baca arus total lalu lintas (Q) dalam smp/jam dari Formulir MW-2 Kolom 12 Baris 5 untuk jalan tak-terbagi, dan Kolom 12 Baris 3 dan 4 untuk masing-masing arah perjalanan dari jalan terbagi dan masukkan nilainya ke dalam Formulir MW-3 Kolom 21.

2. Dengan menggunakan kapasitas dari Kolom (14) Formulir MW-3, hitung rasio antara Q dan C yaitu derajat kejenuhan dan masukkan nilainya ke dalam Kolom (22).

$$DS = Q/C$$

LANGKAH D-2: KECEPATAN DAN WAKTU TEMPUH

1. Tentukan kecepatan pada keadaan lalu lintas dan kondisi geometriknya sebagai berikut dengan bantuan Gambar D-2:1 (jalan dua-lajur tak-terbagi) atau Gambar D-2:2 (jalan empat/enam lajur atau jalan satu-arah) sebagai berikut:

   a) Masukkan nilai Derajat Kejenuhan (DS dari Kolom 22) pada sumbu horisontal (X) pada bagian bawah gambar.

   b) Buat garis sejajar dengan sumbu vertikal (Y) dari titik ini sampai memotong tingkatan kecepatan arus bebas sesungguhnya (FV dari Kolom 4).

   c) Buat garis horisontal sejajar dengan sumbu (X) sampai memotong sumbu vertikal (Y) pada bagian sebelah kiri gambar dan baca nilai untuk kecepatan kendaraan ringan sesungguhnya untuk kenddaraan ringan pada kondisi yang dianalisa.

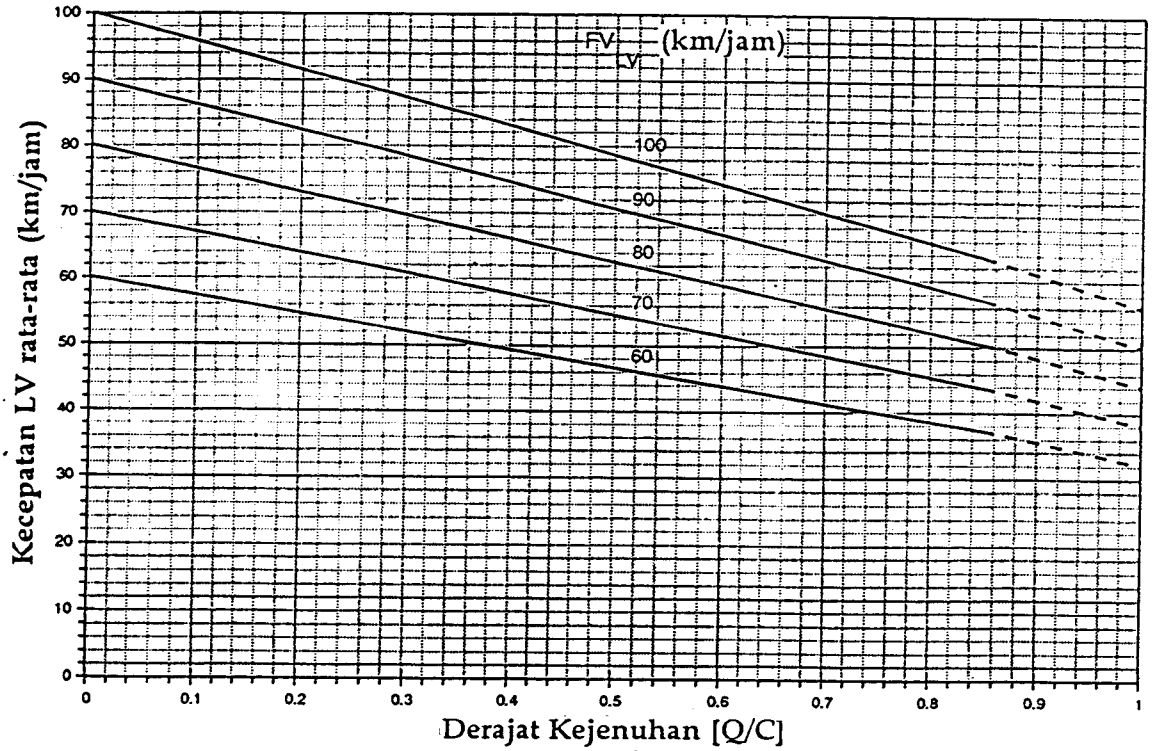
   d) Masukkan nilai ini ke dalam Kolom 23 Formulir MW-3.

2. Masukkan panjang segmen L (km) pada Kolom 24 (Formulir MW-1).

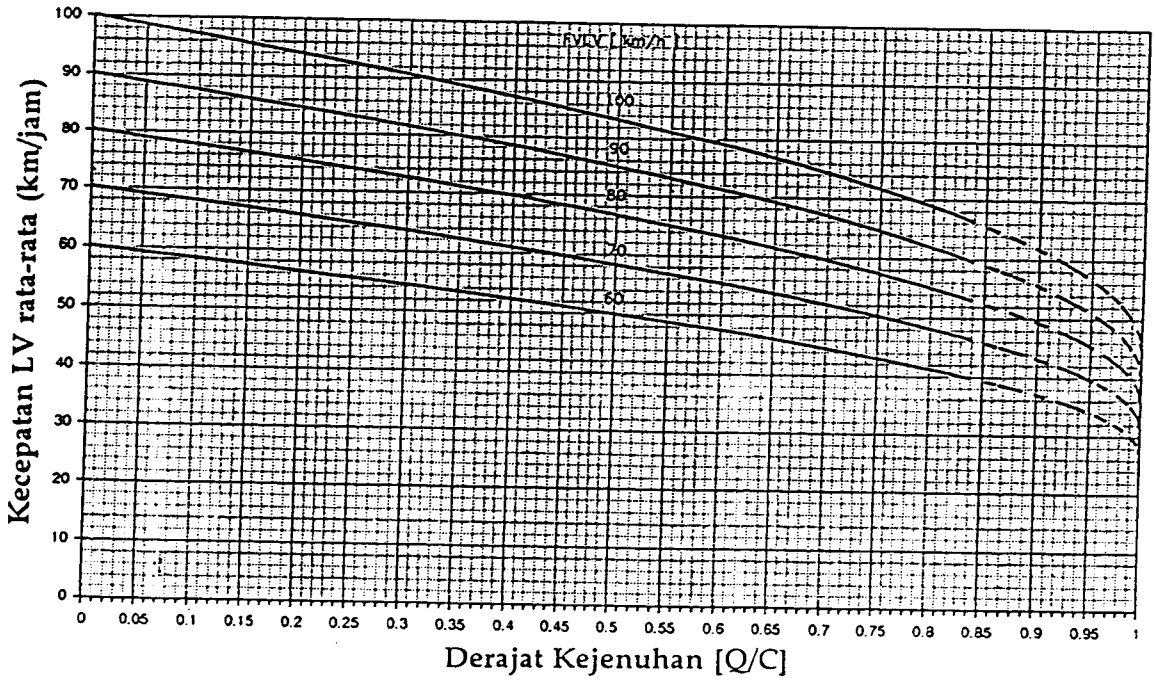
3. Hitung waktu tempuh rata-rata untuk kendaraan ringan dalam jam untuk soal yang dipelajari, dan masukkan hasilnya ke dalam Kolom 25:

   Waktu tempuh rata-rata TT = L/V (jam)

   (Waktu tempuh rata-rata dalam detik dapat dihitung dengan TT × 3.600)



Gambar D-2:1 Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejenuhan pada jalan bebas hambatan dua-lajur dua-arah tak-terbagi



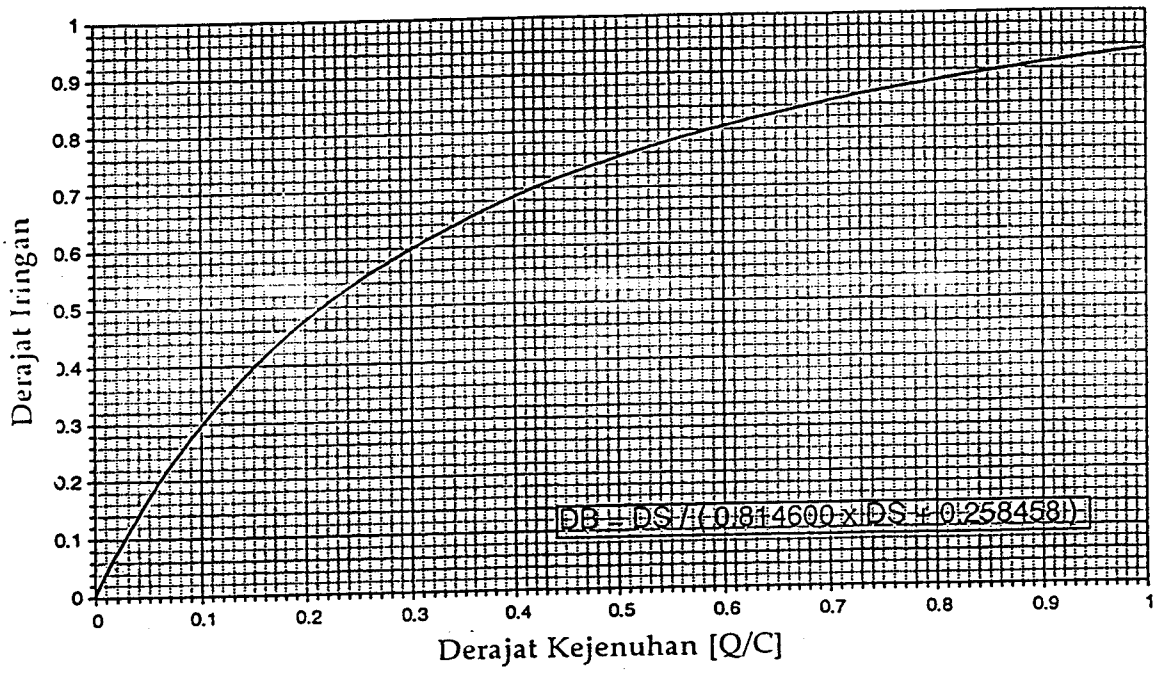
Gambar D-2:2 Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejenuhan pada jalan bebas hambatan empat/enam-lajur dua-arah terbagi

LANGKAH D-3: HANYA UNTUK 2/2 UD: DERAJAT IRINGAN

(Untuk jalan bebas hambatan dengan empat lajur atau lebih, iringan tidak diperhitungkan)

Tentukan derajat iringan (hanya pada jalan bebas hambatan dua-lajur, dua-arah tak-terbagi) berdasarkan derajat kejenuhan dalam Kolom (22) dengan menggunakan Gambar D-3:1 di bawah, dan masukkan nilainya ke dalam Kolom (31) Formulir MW-3. Iringan didefinisikan dalam manual ini sebagai rasio antara kendaraan perjam yang berjalan dalam peleton (kendaraan dengan 'waktu-antara' kurang atau sama dengan 5 detik terhadap kendaraan terdekat yang berjalan searah didepannya) , dan arus total (kend/jam) pada arah yang dipelajari. (Peleton adalah kendaraan dengan waktu antara ≤ 5 detik terhadap kendaraan terdekat searah didepannya)

DB = Σ(kendaraan dengan waktu-antara ≤5 detik)/Q



Gambar D-3:1 Derajat iringan (hanya pada jalan bebas hambatan 2-lajur 2-arah) sebagai fungsi dari derajat kejenuhan

LANGKAH D-4: KECEPATAN DAN WAKTU TEMPUH UNTUK KELANDAIAN KHUSUS

Untuk analisa kelandaian khusus pada jalan bebas hambatan tak terbagi, ikutilah Bab 6 Langkah D-4 (Jalan Luar Kota), tetapi gunakan Gambar D-2:1 diatas untuk menentukan kecepatan mendaki pada saat kapasitas tercapai dan, bukan gambar yang tercantum pada Bab 6.

Jika "kecepatan rata-rata" kedua arah diminta, Gambar D-2:1 diatas pada Langkah D-2 dapat digunakan dengan kombinasi kecepatan arus bebas kedua arah sebagai masukan.

Jika kelandaian tersebut mempunyai lajur pendakian, tentukan kapasitas dasar = 5000 smp/jam, dan lakukan perhitungan seperti diuraikan pada Langkah D-4 Bab 6 (Jalan luar kota). Perhatikan bahwa dalam hal ini masih digunakan Gambar D-2:2 pada Bab 6.

LANGKAH D-5: PENILAIAN PERILAKU LALU-LINTAS

Manual ini terutama direncanakan untuk memperkirakan konsekuensi terhadap kapasitas dan perilaku lalu-lintas (lainnya) akibat kondisi rencana geometrik jalan bebas hambatan, lalu lintas dan lingkungan tertentu. Karena biasanya hasilnya tidak dapat diperkirakan sebelumnya, sangat mungkin pemakai ingin mengubah beberapa anggapan yang dibuat agar diperoleh suatu perilaku lalu-lintas yang diinginkan berkenaan dengan kapasitas, kecepatan dan sebagainya.

Cara tercepat untuk menilai hasil adalah melihat derajat kejenuhan dari soal yang dipelajari, dan membandingkannya dengan pertumbuhan lalu lintas tahunan dan "umur" fungsional yang dikehendaki dari segmen yang dibahas. Jika derajat kejenuhan yang didapat terlalu tinggi (DS > 0,75), pemakai mungkin ingin mengubah anggapan berkenaan dengan penampang melintang jalan bebas hambatan dan sebagainya dan membuat perhitungan baru. Ini kemudian akan memerlukan perbaikan dari formulir perhitungan yang digunakan, atau mengisi formulir baru dengan suatu nomor soal yang baru.

4. PROSEDUR PERHITUNGAN UNTUK ANALISA PERANCANGAN

Untuk perancangan jalan bebas hambatan, data lalu-lintas dan lingkungan diketahui secara umum, tetapi tidak terinci, dan ramalan arus lalu-lintas biasanya diberikan dalam LHRT dan bukan dalam arus jam sibuk. Secara konsekuen, anggapan tertentu tentang rencana geometri, lalu-lintas dan lingkungan harus dibuat dan perlu diperhatikan bahwa anggapan ini tidak selalu berkaitan dengan 'masalah dasar' jalan bebas hambatan yang diuraikan dalam Bagian 2.4. Anggapan geometrik untuk perancangan lebih terkait dengan kondisi khusus yang teramati dari pada dengan rencana standar.

Hubungan antara arus jam puncak atau arus rencana (Q_{DH}) dan LHRT harus juga dianggap. Hubungan ini biasanya dinyatakan sebagai faktor k - LHRT, sebagai berikut:

$$k = Q_{DH}/LHRT$$

Analisa perancangan biasanya dikerjakan untuk kombinasi kedua arah, meskipun diperkirakan bahwa jalan bebas hambatan tersebut akan mempunyai median (Tidak ada masalah dengan hal ini karena pemisahan arah 50/50 dapat dipergunakan untuk perancangan).

4.1 ANGGAPAN UNTUK BERBAGAI TIPE JALAN BEBAS HAMBATAN

4.1.1 Jalan bebas hambatan dua-arah dua-lajur tak terbagi (MW 2/2 UD)

Anggapan yang digunakan dalam bab ini untuk perancangan jalan bebas hambatan dua-arah dua-lajur tak-terbagi yang mewakili keadaan normal adalah sebagai berikut:

Fungsi jalan bebas hambatan: Arteri (nasional atau propinsi)

Penampang melintang:	Jalur lalu-lintas 7 m, lebar efektif bahu 2,0 m di kedua sisi pada medan datar dan perbukitan, 1,0 m pada medan pegunungan.
Jarak pandang:	75% segmen mempunyai jarak pandang minimum 300m (SDC = A)
Tipe alinyemen:	Datar, bukit atau gunung (lihat Bagian 1.3)
Lingkungan:	Daerah luar kota (kebanyakan pedalaman)
Komposisi lalu-lintas:	LV: 63%; MHV 25%: LB: 8%; LT+TC4% (tanpa MC)
Faktor-k:	k = 0,11; (volume jam rencana = 0,11 LHRT)
Pemisahan arah:	50/50

4.1.2 Jalan bebas hambatan empat-lajur dua-arah terbagi (MW 4/2 D)

Anggapan yang digunakan pada bab ini untuk perancangan jalan bebas hambatan empat lajur dua-arah yang mewakili kondisi normal adalah sebagai berikut:

Fungsi jalan:	Arteri (nasional atau propinsi)
Jalur lalu-lintas:	lajur 2 × 2, lebar lajur 3,50 m
Bahu jalan:	Lebar bahu efektif rata-rata 3,0 m (dalam 0,5 m + luar 2,5 m) per arah pada alinyemen datar dan bukit, 2,0 m pada alinyemen gunung (dalam = 0,5 m + luar = 1,5 m).
Median:	Ada
Jarak pandang:	75% segmen mempunyai jarak pandang minimum 300m (SDC = A)
Tipe alinyemen:	Datar, bukit atau gunung (lihat Bagian 1.3)
Lingkungan:	Daerah luar kota (kebanyakan pedalaman)
Komposisi lalu-lintas:	LV: 63%; MHV 25%: LB: 8%; LT+TC4% (tanpa MC)
Faktor-k:	k = 0,11; (volume jam rencana = 0,11 LHRT)
Pemisahan arah:	50/50

4.1.3 Jalan bebas hambatan enam-lajur dua-arah (MW 6/2 D)

Anggapan yang digunakan pada bab ini untuk perancangan jalan bebas hambatan enam lajur dua-arah yang mewakili kondisi normal adalah sebagai berikut:

Fungsi jalan:	Arteri (nasional atau propinsi)
Jalur lalu-lintas:	lajur 3 × 2, lebar lajur 3,50 m
Median:	Ada
Bahu jalan:	Lebar bahu efektif rata-rata 3,0 m (dalam 0,5 m + luar 2,50 m) per arah pada alinyemen datar dan bukit, 2,0 m pada alinyemen gunung (dalam 0,5 m + luar = 1,5 m).
Jarak pandang:	75% segmen mempunyai jarak pandang minimum 300m (SDC = A)
Tipe alinyemen:	Datar, bukit atau gunung (lihat Bagian 1.3)
Lingkungan:	Daerah luar kota (kebanyakan pedalaman)

Komposisi lalu-lintas:	LV: 63%; MHV 25%: LB: 8%; LT+TC 4% (tanpa MC)
Faktor-k:	k = 0,11; (volume jam rencana = 0,11 LHRT)
Pemisahan arah:	50/50

4.2 ANALISA PERILAKU LALU-LINTAS

Dengan dasar anggapan-anggapan yang tercatat pada Bagian 4.1 di atas, prosedur yang diusulkan untuk analisa operasional dan perencanaan telah diterapkan untuk membuat Tabel 4.2:1 di bawah yang mengaitkan LHRT atau Q_{DH} dengan perilaku lalu-lintas berupa:

- Kecepatan arus bebas (sama dengan kecepatan pada arus = 0),
- Derajat kejenuhan,
- Kecepatan (km/jam) pada berbagai arus dan derajat kejenuhan.

Khusus untuk jalan bebas hambatan tipe MW 2/2 UD, perilaku lalu-lintasnya ditambah dengan Derajat Iringan.

TIPE JALAN / TIPE ALINYEMEN	VARIABEL	LALU-LINTAS HARIAN RATA-RATA TAHUNAN LHRT kend/jam Faktor-k = 0.11																
	LHRT kend/hari	0	5,000	10,000	15,000	20,000	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000	50,000	60,000	70,000	80,000	90,000	100,000	110,000
	Qd kend/jam	0	550	1,100	1,650	2,200	2,750	3,300	3,850	4,400	4,950	5,500	6,600	7,700	8,800	9,900	11,000	12,100
MW 2/2 UD, datar	Q/C	0.00	0.19	0.40	0.57	0.73	0.91	> 1.0										
	Kecepatan km/jam	83.0	76.0	68.4	62.5	56.6	49.5	45.9										
	Iringan %	0.00	0.46	0.69	0.79	0.86	0.91											
MW 2/2 UD, bukit	Q/C	0.00	0.25	0.48	0.65	0.85	> 1.0											
	Kecepatan km/jam	71.0	63.0	56.0	50.6	[illegible]	38.9											
	Iringan %	0.00	0.55	0.74	0.82	0.89												
MW 2/2 UD, gunung	Q/C	0.00	0.30	0.53	0.71	0.95	> 1.0											
	Kecepatan km/jam	63.0	54.4	48.0	42.9	35.5	33.8											
	Iringan %	0.00	0.60	0.77	0.85	0.89												
MW 4/2 D datar	Q/C	0.00	0.06	0.14	0.21	0.28	0.35	0.43	0.52	0.60	0.66	0.70	0.83	0.97	> 1.0			
	Kecepatan km/jam	88.0	86.3	84.4	82.5	80.4	78.0	75.5	72.6	69.4	67.2	65.8	58.9	47.9	40.5			
MW 4/2 D bukit	Q/C	0.00	0.09	0.18	0.27	0.36	0.46	0.56	0.63	0.68	0.76	0.84	> 1.0					
	Kecepatan km/jam	77.0	75.0	72.9	70.5	68.0	65.2	62.0	58.8	58.0	54.9	51.0	36.3					
MW 4/2 D gunung	Q/C	0.00	0.12	0.23	0.34	0.44	0.55	0.62	0.67	0.75	0.85	0.94	> 1.0					
	Kecepatan km/jam	64.0	61.8	59.5	57.1	54.6	52.0	50.0	48.4	45.7	42.0	36.8	30.4					
MW 6/2 D datar	Q/C	0.00	0.04	0.09	0.14	0.18	0.23	0.28	0.33	0.38	0.43	0.49	0.60	0.67	0.74	0.83	0.92	> 1.0
	Kecepatan km/jam	91.0	89.8	88.6	87.3	86.0	84.6	83.1	81.5	79.9	78.1	76.1	71.8	68.9	65.8	60.9	54.4	42.3
MW 6/2 D bukit	Q/C	0.00	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.36	0.43	0.49	0.56	0.61	0.67	0.78	0.89	> 1.0		
	Kecepatan km/jam	79.0	77.7	76.2	74.8	73.2	71.6	69.8	67.9	65.9	63.7	62.0	59.8	55.1	49.0	36.9		
MW 6/2 D gunung	Q/C	0.00	0.08	0.15	0.23	0.30	0.37	0.44	0.51	0.58	0.62	0.66	0.75	0.88	> 1.0			
	Kecepatan km/jam	65.0	63.5	62.0	60.4	58.8	57.2	55.5	53.7	52.0	50.8	49.6	46.4	41.1	29.6			

Tabel 4-2:1 Perilaku lalu-lintas sebagai fungsi dari tipe jalan bebas hambatan, tipe alinyemen dan LHRT

Jika anggapan dasar tentang faktor-k dan komposisi lalu lintas tidak sesuai dengan soal yang dipelajari, tabel tersebut dapat dipergunakan dengan menggunakan arus jam rencana (Q_{DH}) sebagai berikut:

Hitung parameter berikut:

- Hitung $Q_{DH} = LHRT \times k$ (kend/jam)
- Hitung faktor-P untuk konversi dari kend/jam ke smp/jam

  $P = (LV\% \times emp_{LV} + MHV\% \times emp_{MHV} + LB\% \times emp_{LB} + LT\% \times emp_{LT})/100$
- Hitung arus jam rencana dalam satuan mobil penumpang

  $Q_{DH} = LHRT \times k \times P$ (smp/jam)

Tabel 4-2:1 dapat digunakan dengan cara utama berikut:

a) Memperkirakan perilaku lalu-lintas pada berbagai tipe jalan dengan tingkat LHRT atau arus jam rencana (Q_{DH}) tertentu. Interpolasi linier dapat dikerjakan untuk nilai arus yang terletak di antara nilai yang diberikan pada bagian atas tabel.

b) Memperkirakan arus lalu lintas dalam LHRT yang dapat ditampung oleh berbagai tipe jalan dalam perilaku lalu-lintas yang masih diijinkan yaitu derajat kejenuhan, kecepatan dan derajat iringan.

Tidak diperlukan kertas kerja untuk melaksanakan evaluasi tersebut di atas. Tetapi, jika terdapat perbedaan kondisi yang penting dari anggapan kondisi yang diberikan pada Bagian 4.1 maka nilai yang sesuai harus dipergunakan dan dilakukan analisa operasional/perencanaan seperti yang diuraikan dalam Bagian 3. Ini pertama sekali memerlukan konversi dari LHRT ke jam puncak, dengan menggunakan faktor LHRT (normal: k = 0,11). Contoh masalah yang memerlukan analisa operasional adalah :

- jika lalu lintas sangat berbeda dari anggapan, misalnya berbeda dalam nilai-k, komposisi lalu lintas dan pemisahan arahnya maka Formulir MW-2 harus dipergunakan untuk menghitung arus jam rencana dan Formulir MW-3 harus digunakan untuk melakukan perhitungan berbagai ukuran kinerja (jalan).
- jika lebar jalur lalu lintas jauh berbeda untuk segmen yang dirancang akan dianalisa.
- jika alinyemen horisontal dan vertikal jauh berbeda dari anggapan tipe alinyemen umum.

5. CONTOH PERHITUNGAN

5.1 CONTOH 1:ANALISA OPERASIONAL SUATU JALAN BEBAS HAMBATAN DUA-LAJUR DUA-ARAH (MW 2/2 UD)

KONDISI

SOAL A:

Geometri: Lebar jalur lalu lintas efektif 6,8 m
Bahu efektif pada kedua sisi 1,0 m (rata dengan jalan)
50% dari segmen dengan jarak pandang ≥ 300 m (SDC=B)

Alinyemen: Alinyemen bukit

Lalu lintas: Perhitungan Arus menurut jenis pada bulan Maret 1994 untuk kedua arah:

Jenis kendaraan	kendaraan/jam maks.
- Kendaraan ringan:	1.287
- Kendaraan berat menengah:	297
- Bus besar:	305
- Truk besar+Truk Kombinasi:	102

Pemisahan arah 55 - 45

Lingkungan: Daerah pedalaman sebelah Selatan Semarang.

Pertanyaan:

1. Hitung untuk kondisi dan waktu pada bulan Maret 1994:

   Soal A:1994
   - Kecepatan arus bebas
   - Kapasitas
   - Derajat kejenuhan
   - Kecepatan
   - Derajat iringan

2. Ramalkan pengaruh terhadap kecepatan arus bebas, kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan dan derajat iringan akibat penanganan berikut (kondisi lain tidak berubah):

   SOAL B:1994
   - Pelebaran jalur lalu lintas yang ada menjadi 7,0 m dan penambahan jalur lalu lintas kedua selebar 7,0 m dengan bahu luar 2,5 m dan bahu dalam 0,5 m (sisi median) sehingga menjadi jalan bebas hambatan empat-lajur terbagi (MW 4/2 D).

Penyelesaian (lihat formulir di bawah)

1. Soal A: 1994

   Kecepatan arus bebas = 70,6 km/jam
   Kapasitas = 3150 smp/jam
   Derajat kejenuhan = 0,84
   Kecepatan = 45 km/jam
   Derajat iringan = 0,89

2. Soal B: 1994

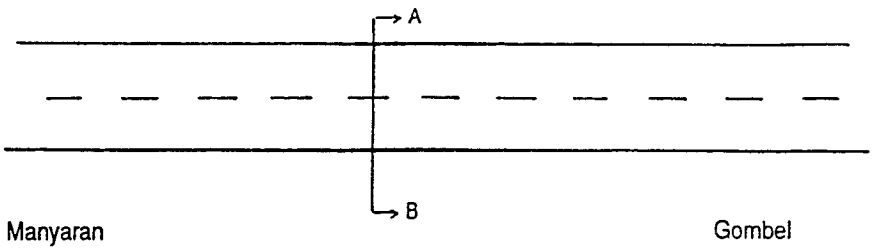
   Analisa harus dikerjakan terpisah menurut arah untuk jalan bebas hambatan 4/2 D yang baru. Meskipun demikian, jika kedua jalur lalu lintas mempunyai geometrik yang sama, sering kali cukup (sebagaimana dalam soal ini) untuk menganalisa hanya arah dengan arus terbesar (dalam soal ini adalah 'arah 1'). (Perhatikan bahwa lebar bahu rata-rata setiap jalur lalu lintas adalah (2,5 + 0,5)/2 meter). Hasil untuk arah 1 adalah:

   Kecepatan arus bebas = 78 km/jam
   Kapasitas = 4410 smp/jam
   Derajat kejenuhan = 0,37
   Kecepatan = 70 km/jam
   Derajat iringan: tidak diterapkan pada jalan bebas hambatan 4 lajur.
   (Derajat iringan hanya berlaku pada 2/2-UD).

Formulir MW - 1

JALAN BEBAS HAMBATAN	Tanggal:	*10 Januari 1996*	Ditangani oleh:	*DR*
FORMULIR MW-1: DATA MASUKAN	Propinsi:	*Jawa Tengah*	Diperiksa oleh:	*JT*
- DATA MASUKAN	Nama jalan bebas hambatan:	*Jatingaleh*	Kode segmen:	*STA 5.8*
- GEOMETRI JALAN	Segmen antara	*Gombel dan Manyaran*		
	Panjang (km):	*10*	Tipe jalan:	*MW2/2UD*
	Periode waktu:	*24 Maret 1994*	Nomor soal:	*A:1994*

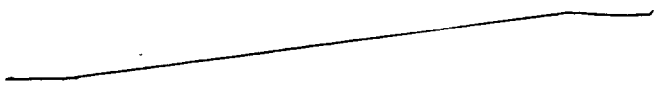
Alinyemen horisontal



Manyaran Gombel

Lengkung horisontal (rad/km):	*NA*	Jarak pandang > 300 m (%):	*50*	SDS:	*B*

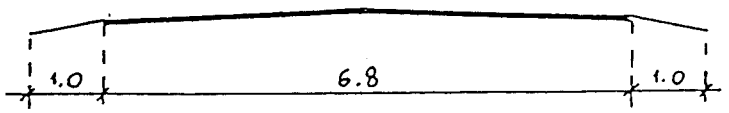
Alinyemen vertikal



Naik + turun (m/km):	*NA*	Panjang dalam km (kelandaian khusus):	*NA*
Tipe alinyemen: (lingkari)	Datar, (Bukit), Gunung	Kelandaian dalam % (kelandaian khusus)	*NA*

Penampang melintang

Sisi A Sisi B

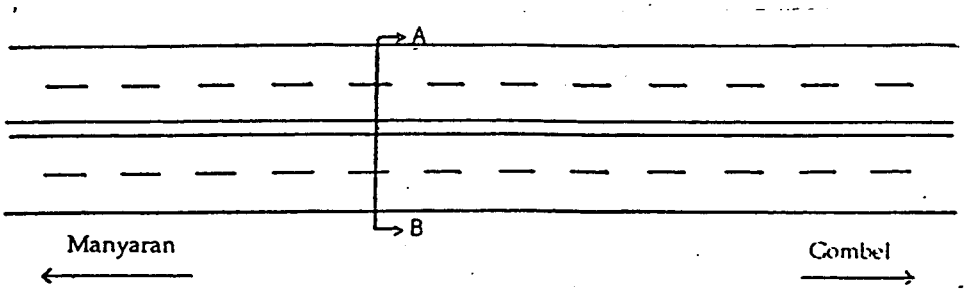


	Sisi A			Sisi B	
Lebar jalur (Wc, m):	*3,4*			*3,4*	
	Luar	Dalam	Median	Dalam	Luar
Lebar bahu (Ws, m):	*1,0*	*NA*	*NA*	*NA*	*1,0*

Formulir MW - 1

JALAN BEBAS HAMBATAN	Tanggal:	*10 Januari 1996*	Ditangani oleh:	*DR*
FORMULIR MW-1: DATA MASUKAN	Propinsi:	*Jawa Tengah*	Diperiksa oleh:	*JT*
- DATA MASUKAN	Nama jalan bebas hambatan:	*Jatingaleh*	Kode segmen:	*STA 5.8*
- GEOMETRI JALAN	Segmen antara	*Gombel dan Manyaran*		
	Panjang (km):	*10*	Tipe jalan:	*MW4/2D*
	Periode waktu:	*24 Maret 1994*	Nomor soal:	*B:1994*

Alinyemen horisontal



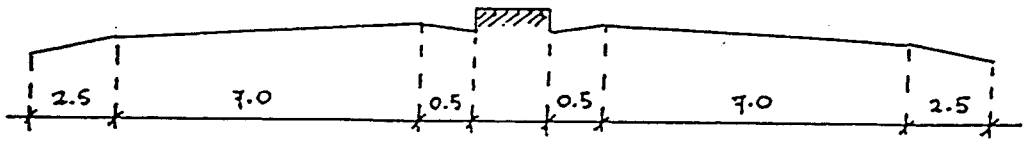
Lengkung horisontal (rad/km)	*NA*	Jarak pandang > 300 m (%):	*50*	SDS:	*B*

Alinyemen vertikal

Naik + turun (m/km):	*NA*	Panjang dalam km (kelandaian khusus):	*NA*
Tipe alinyemen: (lingkari)	Datar, (Bukit), Gunung	Kelandaian dalam % (kelandaian khusus)	*NA*

Penampang melintang

Sisi A Sisi B



	Sisi A			Sisi B	
Lebar jalur (Wc, m):	*7,0*			*7,0*	
	Luar	Dalam	Median	Dalam	Luar
Lebar bahu (Ws, m):	*2,5*	*0,5*	*2,0*	*0,5*	*2,5*

3860\CHAPTER\EXAMPLES\MW_2-X1.WQ!
Rev 10 Juni 1996/KLB/JT

Formulir MW - 2

JALAN BEBAS HAMBATAN	Tanggal:	*10 Januari 1996*	Ditangani oleh:	*DR*
FORMULIR MW-2: DATA MASUKAN	Propinsi:	*Jawa Tengah*	Diperiksa oleh:	*JT*
- ARUS LALU-LINTAS	Nama jalan bebas hambatan:	*Jatingaleh*	Kode segmen:	*STA 5.8*
- HAMBATAN SAMPING	Segmen antara	*Gombel dan Manyaran*		
	Panjang (km):	*10*	Tipe jalan:	*MW 2/2 UD*
	Periode waktu:	*Maret 1994*	Nomor soal:	*A:1994; B:1994*

SOAL *A:1994*

Lalu-lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend/hari)=			Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %		MHV %		LB %		LT %	

Data arus per jenis kendaraan per jam:

Baris	Tipe kend.:	Kend. ringan		Kend.brt menengah		Bis besar		Truk besar		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,0	MHV:	*1,7*	LB:	*1,7*	LT:	*3,2*			
1,2	emp arah 2	LV:	1,0	MHV:	*1,7*	LB:	*1,7*	LT:	*3,2*			
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	kend/jam (8)	smp/jam (9)	Arah % (10)	kend/jam (11)	smp/jam (12)
3	1	*708*	*708*	*163*	*277*	*168*	*286*	*56*	*179*	*55*	*1095*	*1450*
4	2	*579*	*579*	*134*	*228*	*137*	*233*	*46*	*147*	*45*	*896*	*1187*
5	1+2	*1287*	*1287*	*297*	*505*	*305*	*519*	*102*	*326*		*1991*	*2637*
6	Catatan: Untuk kelandaian khusus, arah 1 = naik, arah 2 = turun							Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			*55 %*	
7								Faktor-smp F_{SMP} =				*1,324*

SOAL:

Lalu-lintas harian rata-rata tahunan

			Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %		MHV %		LB %		LT %	

Data arus per jenis kendaraan per jam:

Baris	Tipe kend.:	Kend. ringan		Kend.brt menengah		Bis besar		Truk besar		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,0	MHV:	*2,05*	LB:	*2,07*	LT:	*4,53*			
1,2	emp arah 2	LV:	1,0	MHV:	*2,00*	LB:	*2,00*	LT:	*4,60*			
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	kend/jam (8)	smp/jam (9)	Arah % (10)	kend/jam (11)	smp/jam (12)
3	1	*708*	*708*	*163*	*334*	*168*	*348*	*56*	*254*	*55*	*1095*	*1644*
4	2	*579*	*579*	*134*	*268*	*137*	*274*	*46*	*212*	*45*	*896*	*1333*
5	1+2	*1287*	*1287*	*297*	*602*	*305*	*622*	*102*	*466*		*1991*	*2977*
6	Catatan: Untuk kelandaian khusus, arah 1 = naik, arah 2 = turun							Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			*55 %*	
7								Faktor-smp F_{SMP} =				*1,495*

Formulir MW - 3

JALAN BEBAS HAMBATAN FORMULIR MW-3: ANALISA **- KECEPATAN, KAPASITAS** **- DERAJAT IRINGAN**	Tanggal:	*10 Januari 1996*	Ditangani oleh:	*DR*
	Propinsi:	*Jawa Tengah*	Diperiksa oleh:	*JT*
	Nama jalan bebas hambatan:	*Jatingaleh*		
	Segmen antara	*Gombel dan Manyaran*		
	Panjang (km):	*10*	Tipe jalan:	*MW 2/2 UD*
	Periode waktu:	*Maret 1994*	Nomor soal:	*A:1994; B:1994*

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan $FV = FV_0 + FV_W$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_0 Tabel B-1:1 (km/jam)	Penyesuaian untuk lebar jalur lalu-lintas FV_W Tabel B-2:1 (km/jam)	Kecepatan arus bebas FV (2) + (3) (km/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
A:1994	*71*	*-0,4*	*70,6*
B:1994	*78*	*0*	*78*

Kapasitas $C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_0 Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas		Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)
		Lebar jalur lalu-lintas FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-3:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
A:1994	*3300*	*0,984*	*0,97*	*3150*
B:1994	*4500*	*0,98*	*1,00*	*4410*

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu-lintas Q Formulir MW-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(14)	Kecepatan V_{LV} Gambar D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
A:1994	*2637*	*0,84*	*45*	*10*	*0,222*
B:1994	*1644*	*0,37*	*70*	*10*	*0,143*

Hanya untuk jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi: Derajat Iringan

Soal/ Arah	Derajat iringan DB Gambar D-3:1
(30)	(31)
A:1994	*0,89*

5.2 CONTOH 2:ANALISA PERANCANGAN

Kondisi

Alinyemen: Datar

Lalu lintas: LHRT 20.000 kend/hari tahun 1994

Anggapan komposisi lalu lintas:

Jenis kendaraan	%
- Kendaraan ringan:	60
- Kendaraan berat menengah:	25
- Bus besar:	10
- Truk besar:	5

Pemisahan arah 50 - 50
Penambahan lalu lintas tahunan : 7%

Lingkungan: Daerah pedalaman

Pertanyaan:

1. Tipe jalan apa yang paling ekonomis untuk kondisi ini? (umur rencana 23 tahun)

2. Tipe jalan apa yang diperlukan untuk mempertahankan kecepatan rata-rata 55 km/jam selama umur rencana?

3. Berapakah nilainya pada tahun-1 dan tahun-23 dari soal 1 dan 2:
   - Kecepatan
   - Derajat kejenuhan
   - Derajat iringan

Penyelesaian

Pertanyaan 1

Untuk menjawab pertanyaan ini, gunakan Tabel 2.5.3:1 untuk konstruksi baru (Panduan Rekayasa Lalu-lintas)

Q_{DH} = LHRT × k
= 20.000 × 0,11 = 2.200 kend/jam

Karena ada beda antara pertumbuhan lalu-lintas soal ini dan nilai BSH, kita sesuaikan arus rencana lapangan (Q_{DH}) untuk mendapatkan tipe jalan. (BSH menggunakan pertumbuhan lalu-lintas 6,5%). Kita dapat mengabaikan pengaruh komposisi lalu-lintas karena nilainya tidak terlalu berbeda dari komposisi BSH (LV=63%; MHV=25%; LB=8%; LT=4%).

Q_{DH}^{*} = $2.200 \times ((1 + 0{,}07)^{23} / (1 + 0{,}065)^{23})$
= 2.450 kend/jam

Dari Tabel 2.5.3:1 jalan datar, tipe jalan yang diperlukan untuk arus 2450 kend/jam adalah 6/2D.

Pertanyaan 2

Untuk menjawab soal ini, gunakan Gambar 2.5.3:1 jalan datar.

1994 : Q_{DH} = 2.200 kend/jam
2017 : Q_{DH} = $2.200 \times (1 + 0{,}07)^{23}$ = 10.430 kend/jam

Dari Gambar 2.5.3:1 jalan datar, tipe jalan minimum yang diperlukan adalah 6/2D dengan lebar lajur 21 m.

Pertanyaan 3

Tidak diperlukan formulir untuk soal ini, gunakan Tabel 4.2:1 atau Gambar 2.5.3:1-3 secara langsung. (Komposisi lalu-lintas dan pemisahan arah sama dengan anggapan dasar untuk analisa perancangan/ planning).

* Soal 1A = 2A : 6/2-D 21m - tahun-1

Q = 2.200 kend/jam : - Kecepatan = 85,9 km/jam
- Derajat kejenuhan = 0,18

* Soal 1B = 2B : 6/2-D 21m - tahun-23

Q = 10.430 kend/jam : - Kecepatan = 58 km/jam
- Derajat kejenuhan = 0,87

5.3 CONTOH 3: ANALISA OPERASIONAL KELANDAIAN KHUSUS

Jalan bebas hambatan 2 lajur 2 arah (MW 2/2 UD) pada alinyemen gunung mempunyai bagian sepanjang 3 km dengan kelandaian 7%. Karakteristik lainnya meliputi:

* Karakteristik jalan: Jalur lalu-lintas diperkeras 7,0 m, dengan bahu 2 m. Perkerasan lentur dengan kondisi baik. Jalan Arteri.

* Karakteristik lalu-lintas:

  Perhitungan lalu-lintas per jenis, Juni 1995:

Tipe kend.	Arus l-lintas (kend/jam) mendaki (Arah 1)	Menurun (Arah 2)	Jumlah
Kend. ringan (LV)	199	287	486
Kend. berat menengah (MHV)	82	121	203
Bis Besar (LB)	33	46	79
Truk Besar	17	25	42
Jumlah	331	479	810

Pertanyaan:

1. Soal A: 1995
   a) Berapakah kecepatan mendaki kend. ringan ($V_{LV,UH}$) yang dapat diharapkan ?

   b) Berapakah kapasitas bagian landai khusus?

2. Soal B: 1995
   Sebagai usaha meningkatkan jalan, lajur mendaki tambahan dengan lebar 3,5 m akan ditambahkan. Lebar bahu tetap 1 m. Berapa kecepatan mendaki kendaraan ringan sekarang?

Penyelesaian:

Lihat formulir di bawah

1. a) $V_{LV,UH}$ = 37,9 km/jam

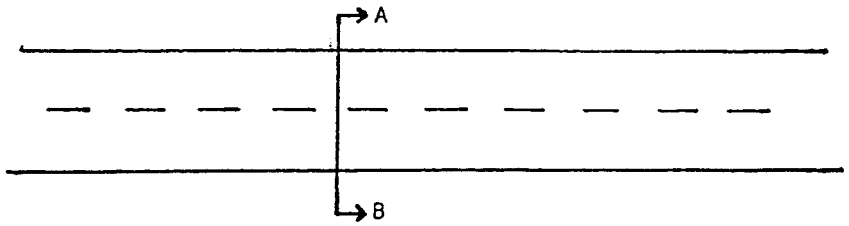
   b) C = 3.150 smp/jam

2. 48,0 km/jam

Formulir MW - 1

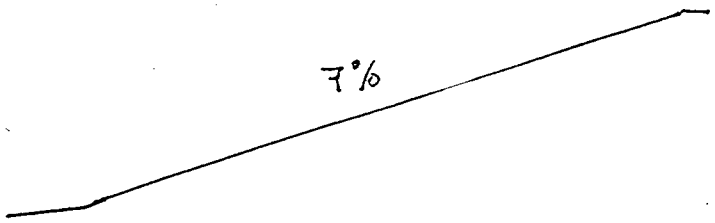
JALAN BEBAS HAMBATAN	Tanggal:	*03 Mei 1996*	Ditangani oleh:	*JT*
FORMULIR MW-1: DATA MASUKAN	Propinsi:		Diperiksa oleh:	
- DATA MASUKAN	Nama jalan bebas hambatan:		Kode segmen:	
- GEOMETRI JALAN	Segmen antara			
	Panjang (km):	*3*	Tipe jalan:	*MW2/2UD*
	Periode waktu:	*Juni 1995*	Nomor soal:	*A:1995*

Alinyemen horisontal



Lengkung horisontal (rad/km)	*NA*	Jarak pandang > 300 m (%):	*75*	SDS:	*A*

Alinyemen vertikal



Naik + turun (m/km):	*NA*	Panjang dalam km (kelandaian khusus):	*3*
Tipe alinyemen: (lingkari)	Datar, Bukit, (Gunung)	Kelandaian dalam % (kelandaian khusus)	*7*

Penampang melintang

Sisi A Sisi B

	Sisi A			Sisi B	
Lebar jalur (Wc, m):	*3,5*			*3,5*	
	Luar	Dalam	Median	Dalam	Luar
Lebar bahu (Ws, m):	*1,0*	*NA*	*NA*	*NA*	*1,0*

3860\CHAP7\FORMS\MW_2-X3.WQ!
Rev 10 Juni 1996/KLB/JT

Formulir MW - 2

JALAN BEBAS HAMBATAN	Tanggal:	*03 Mei 1996*	Ditangani oleh:	*JT*
FORMULIR MW-2: DATA MASUKAN	Propinsi:		Diperiksa oleh:	
- ARUS LALU-LINTAS	Nama jalan bebas hambatan:		Kode segmen:	
- HAMBATAN SAMPING	Segmen antara			
	Panjang (km):	*3*	Tipe jalan:	*MW 2/2 UD*
	Periode waktu:	*Juni 1995*	Nomor soal:	*A:1995; B:1995*

SOAL *A:1995; B:1995*

Lalu-lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend/hari)=		Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %	MHV %	LB %	LT %	

Data arus per jenis kendaraan per jam:

Baris	Tipe kend.:	Kend. ringan		Kend.brt menengah		Bis besar		Truk besar		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,0	MHV:	*5,00*	LB:	*2,50*	LT:	*8,90*			
1,2	emp arah 2	LV:	1,0	MHV:	*1,74*	LB:	*1,74*	LT:	*2,61*			
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	kend/jam (8)	smp/jam (9)	Arah % (10)	kend/jam (11)	smp/jam (12)
3	1	*199*	*199*	*82*	*410*	*33*	*83*	*17*	*151*		*331*	*843*
4	2	*287*	*287*	*121*	*211*	*46*	*80*	*25*	*65*		*479*	*643*
5	1+2	*486*	*486*	*203*	*621*	*79*	*163*	*42*	*216*		*810*	*1486*
6	Catatan: Untuk kelandaian khusus, arah 1 = naik, arah 2 = turun							Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			*40,9 %*	
7								Faktor-smp F_{SMP} =				*1,835*

SOAL:

Lalu-lintas harian rata-rata tahunan

		Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =	
Komposisi %	LV %	MHV %	LB %	LT %	

Data arus per jenis kendaraan per jam:

Baris	Tipe kend.:	Kend. ringan		Kend.brt menengah		Bis besar		Truk besar		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	LV:	1,0	MHV:		LB:		LT:				
1,2	emp arah 2	LV:	1,0	MHV:		LB:		LT:				
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	kend/jam (8)	smp/jam (9)	Arah % (10)	kend/jam (11)	smp/jam (12)
3	1											
4	2											
5	1+2											
6	Catatan: Untuk kelandaian khusus, arah 1 = naik, arah 2 = turun							Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$			%	
7								Faktor-smp F_{SMP} =				

Formulir MW - 3 SPEC

JALAN BEBAS HAMBATAN FORMULIR MW-3: ANALISA KHUSUS - KELANDAIAN KHUSUS - KECEPATAN, KAPASITAS	Tanggal:	03 Mei 1995	Ditangani oleh:	JT
	Propinsi:		Diperiksa oleh:	
	Nama jalan bebas hambatan:		Kode segmen:	
	Segmen antara			
	Panjang (km):	3	Tipe jalan:	MW 2/2 UD
	Periode waktu:	Juni 1995	Nomor soal:	A:1995; B:1995

Kelandaian khusus: Kelandaian%: 7 Panjang km: 3

Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan (km/jam):
- Datar: $FV = (FV_0 + FV_W)$
- Naik: $FV_{UH} = FV_{UHO} - (82 - FV_{DATAR}) \times (10 - \text{Kelandaian\%}) \times 0{,}010/\text{Panjang}$
- Turun: $FV_{DH} = FV_{DHO}$

Soal/ Arah 0 = Datar 1 = Naik 2 = Turun	Kecepatan arus bebas dasar FV_0 (km/jam)		Penyesuaian lebar jalur lalu-lintas (km/jam)	$FV_0 + FV_W$ (2) + (3) (km/jam)	Kecepatan arus bebas (km/jam)	
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	
	LV	LT			LV	LT
0	82	63	0	82	82	63
1	50,2	24,4			50,2	24,4
2	67,2				67,2	

Q_{LV1} kend/jam: 199 Q_{LV2} kend/jam: 287 $Q_{LV} = Q_{LV1} + Q_{LV2}$ kend/jam: 486

$$FV = \frac{Q_{LV}}{\frac{Q_{LV1}}{FV_{UH}} + \frac{Q_{LV2}}{FV_{DH}}} =$$ 59

Kapasitas: $C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_0 Tabel C-6:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas		Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)
		Lebar jalur lalu-lintas FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-6:2	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
A:1995	3000	1,00	1,05	3150
B:1995	5000	1,00	0,94	4700

Kecepatan naik

Soal/ Arah	Arus lalu-lintas Q smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(14)	Kecepatan naik pada kapasitas V_{UHC} km/jam	Perbedaan kecepatan $FV_{UH} - V_{UHC}$ (5)-(23) km/jam	Kecepatan naik V_{UH} km/jam		Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh naik TT (26)/(25) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)		(26)	(27)
					LV	LT		
A:1995	1486	0,47	24	26,2	37,9	24,2	3	0,079
B:1995	1486	0,32			48	24,4	3	0,063

6. KEPUSTAKAAN

MW1.	TRB	Highway Capacity Manual, Special Report 209. Third edition updated October 1994. Transportation Research Board; Washington D.C. USA 1994.
MW2.	May, A.D.	Traffic Flow Fundamentals. Prentice-Hall, Inc; 1990.
MW3.	Easa, S.M. May, A.D.	Generalized Procedure for Estimating Single- and Two-Regime Traffic-Flow Models. Transportation Research Records 772; Washington D.C. USA 1980.
MW4.	Hoban, C.J.	Evaluating Traffic Capacity and Improvements to Road Geometry. World Bank Technical Paper Number 74; Washington D.C. USA 1987.
MW5.	OECD	Traffic Capacity of Major Routes. Road Transport Research: 1983.
MW6.	Brannolte,U. (editor)	Highway Capacity and Level of Service. Proceedings of International Symposium on Highway Capacity, Karlsruhe; Rotterdam Netherlands 1991.
MW7.	McShane, W.R. Roess, R.P.	Traffic Engineering. Prentice-Hall, Inc; 1990.
MW8.	Black, J.A., Westerman, H.L. Blinkhorn, L. McKittrick, J.	Land Use along Arterial Roads: Friction and Impact. The University of New South Wales; 1988.
MW9.	McLean, J.R.	Two-Lane Highway Traffic Operations. Theory and Practice. Gordon and Breach Science Publisher; 1989.
MW10.	NAASRA	Guide to Traffic Engineering Practice. National Association of Australian State Road Authorities; 1988.

MW11.	Directorate General of Highways	Standard Specification for Geometric Design of Inter--urban Roads. Ministry of Public Works; 1990
MW12.	Ministry of Public Works	Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 552/KPTS/1991 tentang Penetapan Ruas-Ruas Jalan sebagai Jalan Nasional Indonesia. Jakarta; 1991.
MW13.	Government of Indonesia	Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 8 Tahun 1990 tentang Jalan Tol.
MW14.	Akcelik, R	Proceeding of the Second International Symposium on Highway Capacity. TRB Committee A3A10, Sydney August 1994.
MW15.	Bång, K-L., Carlsson, A.	Indonesian Highway Capacity Manual Project. Final Technical Report Phase 2: Interurban Roads. Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia, August 1994.
MW16.	Bång, K-L., Lindberg, G. Schandersson, R.	Indonesian Highway Capacity Manual Project. Final Technical Report Phase 3 Part A: Development of Capacity Analysis Software and Traffic Engineering Guidelines. Directorate General of Highways, Jakarta, Indonesia, April 1996.
MW17.	Bång, K-L., Harahap, G. Palgunadi	Development of Speed-flow Relationships for Indonesian Rural Roads using Empirical Data and Simulation. Transportation Research Record 1484, Transportation Research Board, National Academy Press, Washington D.C., July 1995.
MW18.	Bång, K-L., Harahap, G. Lindberg, G.	Development of Life Cycle Cost Based Guidelines Replacing the Level of Service Concept in Capacity Analysis. Paper submitted for presentation at the annual meeting of Transportation Research Board, Washington D.C., January 1997.

Formulir MW - 1

JALAN BEBAS HAMBATAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	
FORMULIR MW-1: DATA MASUKAN	Propinsi:		Diperiksa oleh:	
- DATA MASUKAN	Nama jalan bebas hambatan:		Kode segmen:	
- GEOMETRI JALAN	Segmen antara ..... dan			
	Panjang (km):		Tipe jalan:	
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Alinyemen horisontal

Lengkung horisontal (rad/km)		Jarak pandang > 300 m (%):		SDS:	

Alinyemen vertikal

Naik + turun (m/km):		Panjang dalam km (kelandaian khusus):	
Tipe alinyemen: (lingkari)	Datar, Bukit, Gunung	Kelandaian dalam % (kelandaian khusus):	

Penampang melintang

Sisi A Sisi B

	Sisi A			Sisi B	
Lebar jalur (Wc, m):					
	Luar	Dalam	Median	Dalam	Luar
Lebar bahu (Ws, m):					

Formulir MW - 2

JALAN BEBAS HAMBATAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	
FORMULIR MW-2: DATA MASUKAN	Propinsi:		Diperiksa oleh:	
- ARUS LALU-LINTAS	Nama jalan bebas hambatan:		Kode segmen:	
- HAMBATAN SAMPING	Segmen antara ..... dan			
	Panjang (km):		Tipe jalan:	
	Periode waktu:		Nomor soal:	

SOAL:

Lalu-lintas harian rata-rata tahunan

LHRT (kend/hari)=			Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =			
Komposisi %	LV %		MHV %		LB %		LT %	

Data arus per jenis kendaraan per jam:

Baris	Tipe kend.:	Kend. ringan		Kend.brt menengah		Bis besar		Truk besar		Arus total Q		
1.1	emp arah 1	LV:	1.0	MHV:		LB:		LT:				
1.2	emp arah 2	LV:	1.0	MHV:		LB:		LT:				
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	kend/jam (8)	smp/jam (9)	Arah % (10)	kend/jam (11)	smp/jam (12)
3	1											
4	2											
5	1+2											
6	Catatan: Untuk kelandaian khusus, arah 1 = naik, arah 2 = turun							Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$		%		
7								Faktor-smp F_{SMP} =				

SOAL:

Lalu-lintas harian rata-rata tahunan

			Faktor-k =		Pemisahan arah 1/arah 2 =			
Komposisi %	LV %		MHV %		LB %		LT %	

Data arus per jenis kendaraan per jam:

Baris	Tipe kend.:	Kend. ringan		Kend.brt menengah		Bis besar		Truk besar		Arus total Q		
1.1	emp arah 1	LV:	1.0	MHV:		LB:		LT:				
1.2	emp arah 2	LV:	1.0	MHV:		LB:		LT:				
2	Arah (1)	kend/jam (2)	smp/jam (3)	kend/jam (4)	smp/jam (5)	kend/jam (6)	smp/jam (7)	kend/jam (8)	smp/jam (9)	Arah % (10)	kend/jam (11)	smp/jam (12)
3	1											
4	2											
5	1+2											
6	Catatan: Untuk kelandaian khusus, arah 1 = naik, arah 2 = turun							Pemisahan arah, $SP=Q_1/(Q_{1+2})$		%		
7								Faktor-smp F_{SMP} =				

Formulir MW - 3

JALAN BEBAS HAMBATAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	
FORMULIR MW-3: ANALISA	Propinsi:		Diperiksa oleh:	
- KECEPATAN, KAPASITAS	Nama jalan bebas hambatan:			
- DERAJAT IRINGAN	Segmen antara ..... dan			
	Panjang (km):		Tipe jalan:	
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan $FV = FV_0 + FV_W$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_0 Tabel B-1:1 (km/jam)	Penyesuaian untuk lebar jalur lalu-lintas FV_W Tabel B-2:1 (km/jam)	Kecepatan arus bebas FV (2) + (3) (km/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)

Kapasitas $C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_0 Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas		Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)
		Lebar jalur lalu-lintas FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-3:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu-lintas Q Formulir MW-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(14)	Kecepatan V_{LV} Gambar D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)

Hanya untuk jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi: Derajat Iringan

Soal/ Arah	Derajat iringan DB Gambar D-3:1
(30)	(31)

Formulir MW - 3 SI

JALAN BEBAS HAMBATAN FORMULIR MW-3: ANALISA KHUSUS - KELANDAIAN KHUSUS - KECEPATAN, KAPASITAS	Tanggal:		Ditangani oleh:	
	Propinsi:		Diperiksa oleh:	
	Nama jalan bebas hambatan:		Kode segmen:	
	Segmen antara ..... dan			
	Panjang (km):		Tipe jalan:	
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Kelandaian khusus: Kelandaian%: ☐ Panjang km: ☐

Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan (km/jam):

- Datar: $FV = (FV_0 + FV_W)$
- Naik: $FV_{UH} = FV_{UHO} - (82 - FV_{DATAR}) \times (10 - \text{Kelandaian\%}) \times 0{,}010/\text{Panjang}$
- Turun: $FV_{DH} = FV_{DHO}$

Soal/ Arah 0 = Datar 1 = Naik 2 = Turun	Kecepatan arus bebas dasar FV_0 (km/jam)		Penyesuaian lebar jalur lalu-lintas (km/jam)	$FV_0 + FV_W$ (2) + (3) (km/jam)	Kecepatan arus bebas (km/jam)	
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	
	LV	LT			LV	LT
0						
1						
2						

Q_{LV1} kend/jam: ☐ Q_{LV2} kend/jam: ☐ $Q_{LV} = Q_{LV1} + Q_{LV2}$ kend/jam : ☐

$$FV = \frac{Q_{LV}}{\frac{Q_{LV1}}{FV_{UH}} + \frac{Q_{LV2}}{FV_{DH}}} = \square$$

Kapasitas: $C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP}$

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_0 Tabel C-6:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas		Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)
		Lebar jalur lalu-lintas FC_W Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{SP} Tabel C-6:2	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)

Kecepatan naik

Soal/ Arah	Arus lalu-lintas Q smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(14)	Kecepatan naik pada kapasitas V_{UHC} km/jam	Perbedaan kecepatan $FV_{UH} - V_{UHC}$ (5)-(23) km/jam	Kecepatan naik V_{UH} km/jam		Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh naik TT (26)/(25) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)		(26)	(27)
					LV	LT		

KAJI - KAPASITAS JALAN INDONESIA

Manual Perangkat Lunak KAJI Terbitan Pertama (ver1.0x)

1. LATAR BELAKANG, PROYEK MKJ INDONESIA

Manual Kapasitas Jalan adalah alat yang diperlukan untuk perencanaan, perancangan dan operasi fasilitas lalu-lintas jalan yang memadai. Nilai-nilai kapasitas dan Hubungan-hubungan arus-kecepatan yang digunakan untuk perencanaan, perancangan dan operasi jalan-jalan di Indonesia pada umumnya berdasarkan pada manual dari negara-negara Eropa dan Amerika Serikat. Bagaimanapun juga ada beberapa studi yang mengidentifikasikan bahwa dari manual tersebut menghasilkan hasil yang keliru karena sangat berbedanya kondisi lalu-lintas di Indonesia.

Perbedaan-perbedaan utama lalu-lintas dapat ditemukan dalam komposisi lalu-lintas (banyaknya sepeda motor, kecilnya kendaraan utilities, sedikitnya kendaraan penumpang), tidak perduli adanya aturan prioritas, rendahnya kecepatan (daya mesin yang rendah, tingginya hambatan samping) dan cepatnya motorisasi (pengendara muda dan (atau tidak berpengalaman).

Oleh karena cepatnya pertumbuhan lalu-lintas di Indonesia, model-model perencanaan yang fokusnya pada prakiraan kecepatan arus-bebas sebagai fungsi dari karakteristik jalan seyogyanya diganti dengan model-model arus-kecepatan yang dinamis bahwa perhitungan untuk kecepatan menurun disebabkan oleh raiso arus per kapasitas. Pada tingkatan setempat diperlukan juga sebuah manual yang handal untuk prakiraan kapasitas dan kinerja (jalan) yang digunakan dalam perencanaan, perancangan dan operasi bagi semua jenis fasilitas lalu-lintas jalan.

MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) yang dimulai pembuatannya pada tahun 1990 adalah untuk mengisi kebutuhan yang telah diuraikan diatas.

Tujuan MKJI tahap I adalah untuk mengembangkan manual kapasitas jalan untuk fasilitas-fasilitas lalu-lintas di seluruh perkotaan dan semi-perkotaan di Indonesia. Tahap I ini telah selesai bulan Januari 1993.

Tahap kedua proyek MKJI ini dimulai Januari 1993. Maksudnya adalah membuat manual untuk jalan-jalan luar kotaf. Manual MKJI-II ini telah disampaikan pada bulan Agustus 1994 dalam bentuk yang cocok dan terpadu dengan manual MKJI-I.

Tujuan utama MKJI yang ketiga yang telah dimulai Oktober 1994, adalah untuk mempertinggi penggunaan manual-manual antara yang dikembangkan pada MKJI 1 dan 2 dengan perangkat lunak dan pedoman rekayasa lalu-lintas, dan untuk menyebar luaskan penggunaan manual final setiap saat di Indonesia.

Perangkat lunak KAJI adalah versi komputerisasi dari MKJI yang telah diperbaiki dalan tahap 3 dalam proyek MKJI ini.

2. URAIAN UMUM PERANGKAT LUNAK KAJI

2.1 LINGKUP DAN TUJUAN

Perangkat lunak komputer untuk KAJI menerapkan metode perhitungan yang dikembangkan pada proyek MKJI. Tujuannya adalah menganalisis kapasitas dan perbedaan kinerja dari fasilitas lalu-lintas jalan (misalnya: ruas jalan, simpang dll) pada geometri dan arus lalu-lintas yang ada. Metode yang berdasarkan empiris asli telah dikembangkan dalam tahap 1 dan 2, dan materinya diperbaiki selama tahap 3. Perangkat lunak KAJI ini berdasarkan metode seperti yang dirumuskan dalam tahap 3.

Salah satu tujuan utama adalah bahwa perangkat lunak harus sepersis mungkin seperti yang diuraikan dalam buku MKJI. Salah satu alasannya adalah untuk memudahkan pemakai untuk menggunakan perangkat lunak ini begitu dia memahami manual - MKJI memberi jawaban kepada masukan apa yang perangkat lunak butuhkan didalam lapangan yang berbeda (karena tampilan formulir komputer terlihat hampir sama seperti formulir perhitungan manual). MKJI juga memberi penjelasan pada semua jawaban-jawaban. Salah satu cara untuk mendapatkan keterampilan dengan perangkat lunak adalah dengan menjalankan satu atau lebih contoh-contoh dalam MKJI. Perangkat lunak membutuhkan data masukan yang sama seperti metode manual dan akan memberi jawaban yang sama seperti perhitugan manual.

2.2 KETERBATASAN

Secara ringkas, perangkat lunak menggambarkan kedua formulir yang digunakan untuk perhitungan manual dan metode manual. Perangkat lunak tidak lebih tidak kurang. Perangkat lunak harus memberi jawaban-jawaban yang persis sama perhitungan manual, sejauh data masukan yang diberikan adalah sama.

Saat sekarang, KAJI ini tidak dapat dijalankan secara otomatis menerus dengan nilai parameter yang meningkat secara bertahap dengan interval tertentu. Setiap kombinasi nilai masukan dilakukan sebagai analisis KAJI yang terpisah. Jika ingin mengoptimasikan, misalnya geometrik, maka harus menggunakan perangkat lunak KAJI secara coba-coba sebanyak dan sama jalannya seperti menggunakan metode manual yang diuraikan dalam MKJI.

2.3 KEBUTUHAN PERANGKAT KERAS KOMPUTER

Kebutuhan minimum perangkat keras Komputer adalah sebuah PC dengan prosesor minimum 386[1] atau kompatibel dengan 640 K Memory dan MS-DOS 3 atau berikutnya dan dengan IMB Harddisk yang kosong untuk menginstalasi KAJI dan sebuah disk drive. Jika menggunakan monitor berwarna (CGA, EGA, atau VGA) itu merupakan suatu keuntungan, sepertinya menggunakan mouse, tapi bila tidak adapun tidak apa-apa. Untuk kinerja optimum disarankan menggunakan sebuah PC 486 dengan fasilitas mouse dan monitor berwarna EGA atau VGA.

KAJI telah dikembangkan dengan menggunakan Turbo Pascal© dan Turbo Vision© dari Borland. Itu berjalan dalam lingkungan DOS standard. Windows yang digunakan adalah tipe yang datang dengan Turbo Vision© . Itu menggunakan tampilan teks biasa, oleh karena itu KAJI dapat digunakan dengan setiap tipe monitor.

---

1 Itu mungkin untuk menjalankan perangkat lunak KAJI pada sebuah komputer dengan prosesor 80 286, tapi itu tidak dianjurkan karena waktu tunggunya cukup lama selama proses memperbaharui tampilan dan bila ada pengalihan tampilan formulir yang satu ke yang lain.

3 PANDUAN UMUM UNTUK MENJALANKAN KAJI

3.1 CIRI-CIRI 'INTERFACE' (PERALIHAN) PEMAKAI

Pada waktu menjalankan KAJI, formulir perhitungan dimasukkan kedalam layar. Formulir ini digunakan untuk masukan dan jawaban. Dalam banyak hal formulir-formulir ini lebih lebar dari layarnya, tapi biasanya tampil itu secara otomatis diperbaharui sehingga selalu masukan terakhir yang difokus. Dapat pula digerakkan ke formulir yang diperlukan dengan menggunakan tombol (tombol panah, Pg Up, Pg Down dll) atau dengan mouse.

Pada layar bagian atas terlihat menubar yang memampukan memilih lebih umum seperti load/save dari file, merubah tampilan dan warna, memilih module dan bentuk dll. Masuk ke menubar dengan menggunakan perintah short-key atau mouse.

Pada layar bagian bawah terlihat garis petunjuk. Dari sini informasi bisa didapat pada perbedaan apa yang dimaksud dari alternatif menubar. Pada saat formulir perhitungan terbuka garis petunjuk memberikan uraian singkat dari masukan yang diharapkan untuk masukan "field" terakhir (masukan field terakhir dibedakan oleh warna yang berlainan, biasanya merah).

Begitu dimasukkan data baru atau revisi maka seluruh jawaban akan diperbaharui kembali. Jadi cara kerja KAJI serupa dengan program Spread-sheet. Bagaimanapun juga harus hati-hati pada kenyataan bahwa KAJI juga akan menghitung dan memberi jawab dengan data yang tidak lengkap

Panduan umumnya adalah bahwa pastikanlah semua data masukan yang dibutuhkan sudah dimasukkan sebelum melihat hasilnya.

3.2 FORMULIR DAN MODUL YANG ADA

Ada tujuh modul didalam perangkat lunak KAJI. Modul-modul yang berhubungan dengan bab-bab dalam MKJI[2] ini adalah:

- simpang bersinyal
- simpang tak bersinyal
- bagian jalinan
- bundaran
- jalan perkotaan
- jalan bebas hambatan
- jalan luar kota

Modul yang dimasukkan dari salah satu "Introductory Windows KAJI" yang disebut "modul-and purpose". Window ini akan muncul otomatis jika mulai melaksanakan KAJI dan kemudian tekan tombol <Enter> dua kali[3]. Dapat pula memasuki Window ini dari top menubar (alternatif "Begin" diikuti "New Case" atau <Alt>-<N>[4] langsung. Modul-modul ini berdiri sendiri-sendiri, tidak bergantung satu sama lain. Dalam prinsipnya dapat menganalisa persoalan yang berbeda dengan modul-modul yang berbeda pula selama dalam sesi KAJI yang sama tapi untuk setiap modul, hanya dapat menganalisis satu persoalan pada satu waktu.

---

2 Bagian jalinan dan bundaran ada dalam satu bab dalam manual

3 Kadang-kadang bertanda <Return> atau <CR>

4 Tetap tekan tombol <Alt> disamping menekan tombol <N>

Window "module and purpose" adalah sebuah window dialog. Dalam window dialog <Tab> memindahkan kepada kelompok berikutnya dari pilihan yang ada atau antara tombol-tombol yang sesuai dengan model. Tombol aktif kelompok/alternatif adalah disoroti. Didalam kelompok dapat berpindah dengan menekan tombol "up or down arrow". Mouse juga dapat digunakan untuk menyoroti bagian-bagian yang ada dan membuat pilihan.

Pada saat telah dipilih modul yang berkaitan, biasanya juga ditandai dengan tujuan analisis untuk: perencanaan, perancangan atau operasi. Jenis tujuan mempengaruhi tipe data masukan dari perangkat lunak yang diharapkan, terutama tipe data lalu-lintas (operasi: arus kendaraan yang diklasifikasikan, perancangan: arus yang tidak diklasifikasikan, perencanaan: lalu-lintas harian rata-rata). Bagaimanapun pilihannya nanti untuk menambah tipe masukan arus lalu-lintas.

Sesudah pemilihan modul dan tujuan, dimasukkan formulir perhitungan pertama dalam modul itu. Masukkan semua data yang berkaitan, kemudian diteruskan dengan formulir berikutnya hingga semua formulir ada didalam modul yang telah diproses. Paling sedikit ada dua formulir yang berbeda (untuk modul-modul yang lebih sederhana) dan sampai dengan lima atau enam formulir untuk yang lebih rumit. Formulir-formulir ini berhubungan dengan formulir-formulir yang digunakan untuk perhitungan manual (lihat MKJI).

3.3 BEKERJA DENGAN FORMULIR KAJI

Formulir-formulir perhitungan terdapat dalam Window. Window biasanya ditutup dengan tombol <Esc> (dapat pula dengan menggunakan tombol kombinasi <Alt>-<F3>. Window juga dapat ditutup dengan menggunakan mouse dengan menunjuk dan klik dalam segiempat kecil pada sisi kiri dari garis batas atas window.

Formulir dapat dibuka dari menu "Forms" pada batang menu (menubar) atau dengan menggunakan <Alt>-digit (misalnya <Alt>-<1> untuk formulir 1 dari sebuah modul, <ALt>-<2> untuk formulir 2, dst). Tidak perlu untuk menutup sebuah formulir (Window) sebelum membuka yang berikutnya. KAJI akan menutup secara otomatis.

Ada tiga tipe utama sel (field) dalam sebuah formulir: sel masukan aktif, sel masukan pasif dan sel jawaban. Sel itu dapat dibedakan berdasarkan perbedaan warnanya. Sel masukan aktif biasanya hanya sekali dapat dimasukkan. Sel masukan pasif menunjukkan sebuah nilai masukan yang telah dimasukkan dimana saja, kemungkinan dalam formulir sebelumnya. Sel jawaban menunjukkan jawaban-jawaban.

Dalam formulir Window tombol <Tab> atau <Shift>-<Tab> digunakan bersamaan untuk memasukkan/menegaskan nilai-nilai masukan dan untuk memindahkan antara sel-sel masukan/aktif yang berbeda. Pada saat mengetik nilai yang berkaitan kedalam sebuah sel masukan, memasukkannya dengan tombol <Carriage Return>/<Enter> (tinggal didalam sel ini) atau dengan tombol <Tab> (memasukkan nilai dan memindahkannya ke sel masukan berikutnya), atau <Shift>-<Tab> (memasukkan nilai dan memindahkan ke sel masukan sebelumnya). Jika menggunakan <Tab> atau <Shift>-<Tab> tanpa pengetikan sebuah nilai masukan, itu hanya akan memindahkan dari sel ke sel tanpa perubahan nilai-nilai tampilan. Dapat juga dengan menunjukkan dan klik dengan mouse untuk memasukkan nilai-nilai dan memindahkannya ke sel masukan yang lain.

Jika ingin memasukkan kembali nilai dari sebuah sel masukan didalam formulir Window, caranya dengan menggunakan <Ctr>-<Del> atau <Del>. Dalam kebanyakan hal dapat pula menggunakan space bar + <Enter> untuk memasukkan kembali sebuah sel masukan.

Dalam sel masukan (input field) yang sekarang kalimat yang terakhir diketik dapat dihapus dengan menggunakan <Backspace>, <Rubout> atau tombol yang serupa. Hal ini juga berlaku untuk sel yang baru dipindahkan dengan <Tab>, <Shift>-<Tab> atau 'mouse'.

Dalam banyak hal petunjuk tentang tipe masukan yang dibutuhkan dalam sel masukan dapat dilihat di garis dasar layar.

3.4 PENYIMPANAN DAN PEMANGGILAN MASALAH (SOAL), KELUARAN

Anda mempunyai pilihan untuk menyimpan suatu masalah dalam file dan juga untuk memanggil masalah lama yang telah disimpan. Alternatif ini dapat ditemukan pada menu file (dibawah alternative "File" pada batang menu atas). Anda juga dapat menyimpan formulir termasuk masukan dan hasil dalam file teks. File ini hanya untuk penampilan dan berkas kopi. KAJI tidak dapat membaca file ini. Untuk mendapatkan berkas kopi disarankan untuk menggunakan perangkat lunak pengolah kata, impor file teks, pilih font kecil (beberapa bagian dari formulir sangat lebar) dan kemudian cetak. Jika anda mempunyai pencetak lasser Post Script yang tersambung pada komputer berkas kopi dapat diperoleh secara langsung dari KAJI. Alternatif ini dapat juga ditemukan pada menu file dari batang menu. Jika anda tidak mempunyai pencetak laser Post Script yang tersambung dengan komputer maka anda dapat menyimpan keluaran Post Script di DOS dan transfer file ini ke komputer yang tersambung dengan pencetak laser yang dapat menangani Post Script.

Jika pencetak laser Post Script tersambung secara jaringan, anda mungkin, untuk hal yang jarang (tergantung dari file jaringan dan set up), harus menyimpan keluaran Post Script dalam file DOS, dan perlu bantuan manajer sistem untuk mengirimnya ke pencetak.

3.5 KONTROL PENAMPILAN

Menu "video" pada batang menu memberikan beberapa pilihan dasar untuk mengontrol penampilan layar. Tergantung dari tipe monitor anda dapat menggunakan moda garis diantara 25 dan 50 dan set up warna yang berbeda. Anda dapat juga secara individu memodifikasi latar belakang, teks latar belakan dan bidang formulir yang berbeda untuk memenuhi keinginan anda. Anda hanya melihat hasil modifikasi terakhir jika anda mempunyai formulir terbuka.

3.6 FASILITAS BANTU

Fasilitas bantu yang luas tidak disediakan. Anda harus melengkapi diri dengan MKJI bila menggunakan KAJI -Meskipun demikian fasilitas bantu yang diberikan (sebagai tambahan informasi pada form), ditampilkan pada garis petunjuk dasar dari layar. Jika anda sudah mengenal MKJI, petunjuk ini sudah cukup. Manual ini dapat juga dibaca dari perangkat lunak KAJI.

4. PERINCIAN PADA MODUL YANG BERBEDA

Uraian ini membicarakan beberapa hal penting yang berhubungan dengan Form pada modul KAJI yang berbeda. Persoalannya terutama berhubungan dengan perbedaan kecil diantara layar komputer dan form untuk perhitungan manual yang diperoleh di MKJI. Perincian tipe masukan dan batasan nilai dijelaskan dalam MKJI.

4.1 SIMPANG BERSINYAL

4.1.1 Formulir SIG-1

Pada bagian kiri tengah formulir SIG-1 anda dapat mendefinisikan pendekat (define approaches) (lihat MKJI untuk definisi pendekat). Sampai dengan 12 pendekat dapat didefinisikan. Anda harus mendefinisikan pendekat sebelum memasukkan data di bagian dasar SIG-1. Anda dapat juga menghapus pendekat yang didefinisikan sebelumnya (dengan <Ctr>-<Del>). Jika anda melakukan hal itu anda sebaiknya menyadari bahwa data yang telah dimasukkan (misalnya pada formulir SIG-2) mungkin hilang.

Jika anda ingin KAJI untuk menghitung perangkat sekarang anda memasukkan jumlah fase, waktu hijau dan antar hijau dan pola arus di Formulir SIG-1. Ini adalah nilai pada sel untuk jumlah fase sekarang (existing number of phases) pada perangkat-sekarang yang menentukan apakah perhitungan pada formulir SIG-4 dibuat untuk perangkat sekarang atau yang dihitung. Jika bidang untuk jumlah fase pada SIG-1 adalah 0 maka SIG-4 akan menghitung perangkat yang optimum (dan sel untuk hijau, antar hijau dan seterusnya tidak dapat dimasukkan pada formulir SIG-1). Jika jumlah fase > 0 maka perhitungan pada SIG-4 adalah untuk perangkat sekarang yang didefinisikan di SIG-1.

Perlu diingat bahwa jika anda ingin menghitung perangkat sekarang maka semua waktu hijau dan antar hijau jarus dimasukkan dan juga pola arus yang lengkap untuk setiap fase. Nilai untuk hijau sekarang (existing green) dan antar hijau sekarang (existing intergreen) dapat dimasukkan sampai mendekati sepersepuluhan detik.

Nilai masukan yang diperbolehkan untuk kontrol arus fase (phase flow control) umumnya GO/STOP. Jika belok kiri waktu merah (LTOR) diperbolehkan untuk pendekat, maka bidang kontrol arus fase untuk LT (belok kiri) selalu LTOR. KAJI tidak memeriksa konsistensi untuk perangkat yang sekarang (misalnya semua arus mempunyai hijau paling sedikit sekali selama siklus). Pemeriksaan hanya dilakukan jika gambar fase menunjukkan hijau awal atau hijau akhir. Kemudian hal ini diperhitungkan di SIG-4.

Nilai dasar KAJI untuk kemiringan (gradient) adalah 0.0. Nilai ini digunakan jika anda tidak memasukkan angka yang lain.

Nilai dasar untuk jarak ke kendaraan parkir (distance to parked vehicles) (atau lajur LT yang pendek) ditunjukkan sebagai NA (=tidak tersedia atau tidak dapat diterapkan). Ini memberikan faktor koreksi (pada SIG-4 jika dapat diterapkan) sebesar 1.00. Jika terdapat parkir yang mempengaruhi belok kiri dalam persoalan yang anda jalankan, anda sebaiknya memasukkan jarak yang tepat.

Sel untuk lebar lajur LTOR (width of LTOR-lane) hanya perlu jika LTOR diperbolehkan. Jika LTOR dilarang sel ini diabaikan. Perlu diperiksa bahwa lebar pendekat adalah benar jika anda menguji (antara alternatif) LTOR dan bukan LTOR dalam menjalankan KAJI.

Jika pendekat secara fungsional mempunyai lajur khusus RT (exclusive RT-lane) maka hal ini harus ditunjukkan. Pada beberapa persoalan anda mungkin juga harus menunjukkan jika pendekat adalah jalan satu arah (one-way street). Sel tambahan KAJI ini (dibandingkan dengan formulir untuk perhitungan manual) adalah perlu untuk estimasi lebar efektif, kapasitas, faktor koreksi dan seterusnya pada SIG-4.

4.1.2 Formulir SIG-2 dan SIG-2S:

Formulir tambahan SIG-2S (arus lalu-lintas yang disederhanakan) terdapat pada perangkat lunak KAJI. Dibandingkan dengan formulir biasa SIG-2 formulir tambahan membolehkan data arus lalu-lintas sebagai arus per jam yang tidak diklasifikasikan (unclassified hourly flows) atau LHRT (arus rata-rata per hari dalam setahun).

SIG-2S dapat juga menangani data klasifikasi arus per jam (classified hourly flow data), SIG-2S hanya dapat digunakan jika anda menetapkan "Planning" (Perancangan) atau "Design" (Perencanaan) dalam layar dialog "module-and-purpose" (modul dan tujuan) (umumnya pada awal perubahan).

Jika anda mulai dengan tujuan "Operation" (Operasional) dan menemukan bahwa Formulir SIG-2S lebih tepat dibandingkan dengan formulir biasa SIG-2, maka formulir SIG-2S dapat digunakan dengan menutup layar, kemudian memilih alternatif "Switch Modul" dari menu "Begin" (mulai) pada batang menu atas (cara yang tepat adalah <Alt>-<N>). Kemudian "Design" atau "Planning" sebaiknya ditunjukkan dalam layar dialog "module-and-purpose" yang muncul. Sesudah ini <Alt>-<2> akan membuka SIG-2S sebagai pengganti SIG-2 dalam modul sinyal selama pemrosesan.

Formulir komputerisasi SIG-2 secara garis besar tidak berbeda dari formulir yang digunakan untuk perhitungan manual.

Semua nilai arus untuk pendekat disarankan selalu diisi, juga arus belok kiri untuk pendekat dengan LTOR yang diperbolehkan. Alasannya adalah arus ini mempengaruhi proporsi arus RT dan ST terhadap total arus. Dalam beberapa hal proporsi ini tidak digunakan (untuk soal yang masukan arus LTORnya tidak berpengaruh) tetapi untuk soal lain akan mempengaruhi faktor koreksi. Jika arus LTOR adalah masukan, perangkat lunak KAJI akan mempergunakannya bila perlu. Arus LTOR juga perlu untuk perhitungan pada formulir SIG-5.

Formulir SIG-2S dapat digunakan untuk semua tipe data arus lalu-lintas : "classified hourly", "unclassified hourly" atau LHRT. Bidang untuk pemilihan tipe data lalu-lintas (type of traffic data) menentukan ketersediaan sel masukan yang lain.

Jika anda sudah memasukkan data lalu-lintas di SIG-2S, anda sebaiknya menyadari bahwa jika anda kembali dan merubah tipe data lalu-lintas maka sel masukan yang lain akan terhapus. Hal ini juga berlaku untuk perubahan dari SIG-2 ke SIG-2S.

Sel untuk K-faktor (pengali untuk mendapatkan arus perencanaan perjam dari LHRT) hanya tersedia jika anda sudah menunjukkan data lalu-lintas LHRT. Nilai dasar, diperlihatkan dalam tanda kurung, akan digunakan KAJI jika anda tidak memasukkan angka lain dan tergantung dari faktor seperti ukuran kota dan seterusnya. Faktor K terdapat untuk setiap pendekat karena nilai dasar mungkin juga bervariasi terhadap lingkungan jalan (lihat penjelasan MKJI).

Jika anda sudah menunjukkan data lalu-lintas LHRT, kemudian anda memasukkan arus kendaraan 24 jam dalam sel SIG-2S untuk traffic flow input (masukan arus lalu-lintas). Jika anda sudah menunjukkan data lalu-lintas yang tidak diklasifikasikan, kemudian anda memasukkan arus kendaraan perjam dalam sel ini. Anda harus memasukkan ketiga arus (LT/LTOR, ST dan RT) untuk setiap pendekat. Distribusi belok yang normal pada bagian paling atas formulir hanya untuk informasi dan tidak pernah digunakan.

Jika anda mempunyai data yang tidak diklasifikasikan atau LHRT, maka sel vehicle composition (komposisi kendaraan) menjadi penting. Sel untuk setiap pendekatan sudah tersedia. Anda sebaiknya memasukkan distribusi kendaraan bermotor (dalam %) sehingga total menjadi 100 %. Nilai dasar untuk kobmposisi kendaraan bermotor hanya digunakan jika ketiga sel masukan adalah 0.0. Alasannya adalah masih mungkin untuk memasukkan komposisi jika tidak ada arus untuk satu (atau dua) tipe kendaraan.

Sel untuk % unmotorised (% kendaraan tidak bermotor) berbeda dari sebelumnya. Nilainya sebaiknya menunjukkan rasio antara kendaraan tidak bermotor dan bermotor. Perlu diingat bahwa nilai dasar untuk % kendaraan tidak bermotor adalah 0.0 %. Nilai dalam tanda kurung bukan nilai dasar ! Itu hanya nilai yang disarankan. Hal yang juga mungkin adalah jika anda tidak memasukkan apapun dalam sel untuk % kendaraan tidak bermotor maka arus kendaraan tidak bermotor (pada bagian paling kanan formulir) akan selalu 0.

Perlu diingat bahwa nilai parameter lalu-lintas yang digunakan KAJI dalam formulir yang berurutan adalah hanya yang ditampilkan dalam bagian kanan formulir, yaitu smp/jam untuk pergerakan yang berbeda, rasio belok dan rasio kendaraan tidak bermotor terhadap kendaraan bermotor.

Jika anda menggunakan SIG-2S dengan data klasifikasi per jam maka anda dapat memasukkan sel yang berhubungan dengan SIG-2.

4.1.3 Formulir SIG-3

Pada baris kiri vertikal dari tabel anda menemukan pendekat yang didefinisikan di formulir SIG-1. Pada baris atas tabel anda memasukkan identities for conflicting approaches/flows (tanda untuk pendekat/arus yang konflik) yang mungkin mempengaruhi waktu semua merah.

Formulir komputerisasi SIG-3 kurang otomatis dibandingkan dengan formulir SIG yang lain. Pada tahap ini perhitungan perangkat lunak KAJI tidak perlu mengetahui suatu pendekat yang mempunyai waktu hijau untuk suatu fase. Sebenarnya informasi bahwa KAJI menggunakan formulir SIG-3 terlihat dari sel untuk allred and amber time (waktu semua merah dan kuning) untuk setiap fase yang didefinisikan pada bagian dasar kanan formulir.

Nilai normal waktu kuning (3.0 detik) terdapat di SIG-3 Waktu kuning = 0.0 detik tidak dapat diterima oleh KAJI. Jika anda "harus" memasukkan nilai kurang dari 0,01 detik bisa diterima (Ini juga berlaku untuk waktu semua merah, didasar formulir).

Jika anda mendefinisikan fase awal atau akhir hijau dalam SIG-4 maka KAJI akan mengabaikan waktu kuning dan semua merah dari SIG-3 antara awal hijau dan hijau utama atau antara hijau utama dan akhir hijau.

Jika anda tidak memasukkan apapun dalam formulir SIG-3, KAJI akan menggunakan nilai normal untuk perhitungan pada formulir SIG-4. Nilai normal (4.5 atau 6 detik) tergantung dari lebar yang diberikan pada formulir SIG-1 (lihat penjelasan MKJI)

Jika anda sudah menetapkan perangkat lunak sekarang dalam formulir SIG-1, KAJI akan mengabaikan informasi dari formulir SIG-3 sebelumnya.

4.1.4 Formulir SIG-4

Ini adalah salah satu formulir yang kompleks dalam perangkat lunak KAJI. Meskipun data yang dimasukkan sedikit, tetapi sangat penting (untuk perhitungan) bahwa data adalah benar.

Jika pengaturan waktu lampu lalu-lintas untuk setiap pendekat (approach) ingin dihitung, maka kita harus memasukkan nomor fase pendekat yang mendapat hijau. Jika perhitungan KAJI dilakukan untuk pengaturan yang sudah ada, sel nomor fase tidak dapat dimasuki (pengaturan yang ada kemudian harus dispesifikasikan di Formulir SIG-1).

Tipe arus: arus terlindung atau gerak terlawan (lihat MKJI) juga harus dimasukkan. Pada KAJI versi pendahuluan, arus belok kanan melawan (dari pendekat yang lain) harus dimasukkan, sedangkan pada KAJI keluaran berikutnya, nilai ini dimunculkan secara otomatis oleh KAJI. Untuk desain yang sangat

kompleks (banyak pendekat dan pengaturan sinyal tidak 'konvensional'), KAJI dapat mengeluarkan hasil yang kurang tepat. Nilai ini (arus belok kanan melawan) harus diperiksa terhadap sketsa arus pada bagian kiri atas dari lembar SIG4 dan catat setiap kesalahan yang ditemui.

Jika hijau awal atau hijau akhir ingin ditetapkan untuk setiap pendekat, lakukan hal ini pada sel 'split'. Nilai antara 0 dan 1 harus dimasukkan. Jika menginginkan hijau awal, spesifikasikan 0,2 - 0,3 di sel ini. Baris ini akan digunakan untuk perhitungan yang berhubungan dengan hijau awal dan dua baris berikutnya, yang akan dibuat KAJI, akan digunakan untuk hijau utama dan total (hijau awal + hijau utama) secara berturut-turut. jika ditetapkan nilai 0,7 - 0,8, baris ini biasanya akan digunakan untuk hijau utama dan baris berikutnya untuk hijau awal.

Nilai masukan antara 0 dan 1 pada sel 'split' ini akan menyebabkan KAJI memperbanyak jumlah baris untuk pendekat dari satu ke tiga dan menyarankan nomor fase untuk hijau. Keterangan tentang nilai 'split' (perbandingan yang sebenarnya antara waktu hijau untuk hijau awal atau hijau akhir dengan hijau utama) dapat ditemukan di MKJI.

Jika hijau awal atau hijau akhir ditetapkan, periksalah dan perbaiki tipe arusnya (arus terlindung atau gerak terlawan). Adalah kesalahan umum bahwa pemakai tidak memeriksanya.

KAJI tidak dapat menangani pendekat yang mempunyai baik hijau awal dan hijau akhir secara bersamaan dengan memuaskan.

Pada prinsipnya, pendekat terpisah untuk arus belok kanan dan arus lurus (+arus belok kiri) dari sebuah lengan persimpangan dapat ditetapkan. Namun hal ini dianjurkan untuk dilakukan jika pendekat mempunyai lajur belok kanan yang terpisah (paling tidak secara fungsional). Jika pendekat memiliki jalan masuk untuk arus lurus dan belok kanan yang bersatu (bergabung) dan anda menetapkan pendekat yang terpisah atau meletakkan fase sinyal terpisah, MKJI tidak secara jelas menerangkan bagaimana perhitungan harus dilakukan. (Masalahnya adalah bahwa kendaraan lurus dan belok kanan yang mendapat merah dapat menghalangi kendaraan lain yang mendapat hijau).

Sel penting lainnya (termasuk hasilnya) adalah sel untuk lebar efektif. Periksalah apakah nilai ini sesuai dengan nilai yang dimasukkan di formulir SIG-1. Perlu diperhatikan juga bahwa lebar 'exit' harus berdimensi. Pada KAJI keluaran terbaru, hal ini ditandai dengan tanda '*' sesudah nilai lebar efektif.

Nilai dalam sel untuk arus lalu-lintas menunjukkan arus yang digunakan untuk perhitungan waktu sinyal juga terdapat sub-sel yang menunjukkan pergerakan mana yang termasuk dalam nilai tersebut.

Pada bagian bawah formulir SIG-4 terdapat sel untuk efisiensi jika sinyal di-set. Angka ini diterangklan di MKJI.

Pada bagian bawah formulir ini juga terdapat beberapa sel yang berisi komentar KAJI, yang menunjukkan antara lain nilai yang digunakan KAJI.

Seluruh sel-sel yang lain berhubungan dengan sel-sel yang terdapat pada MKJI formulir SIG-4 untuk perhitungan secara manual.

Di bagian atas formulir KAJI tampak gambar pergerakan arus lalu-lintas untuk setiap fase. Jika pergerakan didefinisikan mendapat hijau, namun arus = 0 pada SIG-2/SIG2S, maka pergerakkan ini tidak tampak (tidak dimunculkan).

4.1.5 Formulir SIG-5

Hasil utama dari model simpang bersinyal terdapat di formulir ini. Formulir ini berisi rangkuman dari semua hasil utama untuk masalah tertentu.

Di formulir ini hanya terdapat satu sel-input. Peluang antrian (lihat MKJI untuk keterangan dan nilai yang sesuai yang bergantung pada tujuan analisis).

Jika dibandingkan terhadap formulir untuk perhitungan manual, formulir ini memiliki tambahan kolom, yaitu untuk arus lalu-lintas Q,masuk (Q,entry). Hal ini memungkinkan untuk melakukan perbandingan antara arus yang digunakan untuk menghitung ukuran kinerja dalam SIG-5 (Q,masuk) dengan arus yang digunakan untuk menentukan waktu sinyal di SIG-4.

Pada bagian bawah SIG-5 terdapat sel yang menunjukkan tingkat kinerja (LOS) yang berdasar pada US HCM 1985. Jika konsep LOS ini dibuat untuk Indonesia, maka sel KAJI ini harus dimodifikasi untuk mencerminkan hal itu.

4.2 SIMPANG TAK BERSINYAL

4.2.1 Formulir USIG-1

Dalam KAJI terdapat beberapa variasi formulir USIG-1, tergantung pada geometri simpang. Yang mana yang akan digunakan diputuskan oleh pilihan pemakai pada layar dialog yang muncul sesudah pemilihan modul simpang tak bersinyal, namun sebelum formulir USIG-1 dibuka.

Jika simpang 4 lengan dipilih, maka pendekat harus ditetapkan pada formulir USIG-1 dengan memasukkan 'A', 'B', 'C' dan 'D' pada sel ilustrasi geometri simpang yang sesuai. 'B' dan 'D' biasanya menunjukkan jalan utama atau jalan besar.

Untuk simpang 3 lengan, lengan/pendekat ditetapkan lebih dahulu. Arus yang saling berlawanan selalu disebut 'B' dan 'D' yang menyatakan bahwa arus lurus merupakan arus utama (lihat MKJI). Lengan ke-3 biasa disebut 'A'. Jika untuk beberapa alasan, ingin memasukkan jalan utama sebagai arus belok, maka gunakan formulir untuk simpang 4 lengan, dengan hanya mendefinisikan 3 lengan. Anda harus menyadari bahwa hal ini bukan sebagai dasar empiris untuk metoda perhitungan.

Jika data mulai dimasukkan untuk geometri tertentu (misal ...) dan kemudian kembali dan mengganti dengan yang lain (misal ...), kemudian ketika formulir dibuka kembali akan ditemukan bahwa tidak semua data benar (tidak dapat dipercaya) atau beberapa akan hilang (kemungkinan). Hati-hati terhadap kejadian ini dalam formulir USIG-1.

Dalam formulir USIG-1 terdapat sel untuk ukuran kota, lingkungan dan hambatan samping. Pada formulir untuk perhitungan secara manual, sel ini ditemukan di formulir USIG-2. Nilai masukan sama.

Pada KAJI lebar pendekat/jalan masuk, bukan lebar jalan, dimasukkan ke sel ilustrasi geometri simpang yang sesuai.

Jika dibandingkan dengan formulir manual, formulir KAJI memiliki sel tambahan untuk pemisah tengah jalan utama. Masukkan 'NONE', 'WIDE' atau "NARRow'.

Untuk setiap pendekat/lengan, juga terdapat sel tambahan untuk peraturan lalu-lintas. Tentukan apakah hanya masuk (ENTRY only) dari simpang, 2 arah (TWO-way) atau hanya keluar (EXIT)>

Tipe data arus lalu-lintas (tidak diklasifikasikan, per jam atau diklasifikasikan per jam atau LHRT) yang ditunjukkan di bagian kanan atas formulir menentukan sel mana yang tersedia untuk masukan arus lalu-lintas.

Sel untuk faktor-k (pengali untuk mendapatkan arusrencana per jam dari LHRT) hanya tersedia jika kita menunjuk data LHRT. Nilai yang diambil yang berada di antara tanda kurung, di mana KAJI akan memakainya kecuali angka baru dimasukkan, bergantung pada beberapafaktor seperti ukuran kota, lingkungan, dll.

Jika data lalu lntas LHRT sudah ditentukan, kemudian masukkan arus kendaraan 24 jam ke sel masukan arus lalu-lintas dari diagram arus pada bagian kanan atas formulir USIG-1 dan dapatkan hasilnya (arus rencana per jam) pada bagian bawah tengah formulir.

Jika data lalu-lintas tidak dikelompokkan dipilih, kemudian masukkan arus kendaraan per jam pada sel yang dapat dimasuki di bagian bawah formulir. Dalam hal ini, diagram arus di bagian kanan atas hanya digunakan untuk ilustrasi arus. Ke-3 arus (LT, ST dan RT) harus dimasukkan untuk setiao pendekat.

Jika data pengelompokan kendaraan dipilih, masukkan arus untuk setiap jenis kendaraan dan pergerakan untuk setiap pendekat. Diagram di bagian kanan atas akan menggambarkan arus.

Jika anda mempunyai data tak diklasifikasi atau LHRT, sel komposisi kendaraan sangat penting. Distribusi kendaran bermotor (dalam %) sehingga total penjumlahan menjadi 100% harus dimasukkan. Nilai yang dipakai untuk komposisi kendaraan bermotor hanya digunakan jika seluruh sel ke-3 masukan sama dengan 0,0. Alasanya ialah harus dimungkinkan untuk memasukkan komposisi di mana satu jenis kendaraan (atau dua) hilang bersamaan.

Faktor-smp dihitung KAJI dan dapat dibandingkan dengan 'angka normal' yang diberikan di dalam tanda kurung.

Sel untuk % kendaraan tak bermotor berbeda dengan untuk kendaraan bermotor. Nilainya harus menunjukkan perbandingan antara kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor. Perlu dicatat bahwa nilai yang dipakai KAJI untuk % kendaraan tak bermotor adalah 0,0 %. Nilai di dalam kurung bukan merupakan 'default'! Angka tersebut hanya merupakan angka yang disarankan. Jika tidak ada yang dimasukkan ke dalam sel % untuk kendaraan tak bermotor maka arus kendaraan tak bermotor (di bagian bawah kanan formulir ini) akan selalu 0.

Ingat bahwa nilai parameter lalu-lintas yang digunakan KAJI di USIG-2 hanya yang terlihat di bagian bawah kanan formulir, yaitu smp/jam untuk pergerakan yang berbeda, perbandingan kendaraan berbelok, perbandingan arus minor dengan arus total, dan perbandingan kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor.

Jika pendekat tidak ditetapkan (biasanya untuk masalah 'C') sel yang berhubungan dengan pendekat ini tidak dapat dilihat (atau dimasuki).

Jika sejumlah data arus lalu-lintas sudah dimasukkan ke USIG-1, kita harus menyadari bahwa jika kita kembali dan mengganti tipe data lalu-lintas maka seluruh sel masukan lainnya akan dibersihkan.

4.2.2 Formulir USIG-2

Formulir ini memperlihatkan hasil analisis simpang tak bersinyal. Alternatif "Main" merujuk ke data yang dimasukkan ke formulir USIG-1. Baris sisa dapat dipakai untuk mengevaluasi sampai 4 alternatif kombinasi lebar.

Untuk memulai evaluasi alternatif, sesuatu harus dimasukkan ke dalam sel ALTERNATIVE. Kemudian sel masukan untuk lebar akan dapat dimasuki.

Jika dibandingkan dengan formulir perhitungan manual, USIG-2 mempunyai tambahan 3 sel di mana kita dapat menentukan tujuan perancangan/perencanaan. Jika kita tidak menentukan sesuatu di dalam ke-3 sel ini, maka angka 'default' (terlihat dalam tanda kurung) akan dipakai. Evaluasi dari tujuan terlihat di sub-tabel 3 dari formulir.

KAJI juga menggunakan beberapa sel untuk komentar. Sel-sel ini biasanya berisi informasi tentang seberapa baik masalah berada dalam data empiris yang digunakan untuk membuat metoda HCM.

Jika dimasukkan kombinasi lebar yang tidak biasa, KAJI akan mencoba untuk menganalisis beberapa tipe simpang yang tidak tercakup di dlam MKJI. Dalam hal ini baris komentar akan memberikan peringatan yang menunjukan kemungkinan penggunaan metoda yang salah.

4.3 DAERAH JALINAN TUNGGAL

Ini adalah salah satu dari dua tipe daerah jalinan yng dicakup dalam bab MKJI bagian jalinan.

4.3.1 Formulir SWEAV-1

Formulir SWEAV-1 berisi 4 bagian : judul, geometri, diagram arus dan tabel.

Pada judul terdapat sel untuk ukuran kota, lingkungan dan hambatan samping. Pada formulir untuk perhitungan manual sel-sel ini ada di SWEAV-2.

Pada bagian geometri, terdapat beberapa sel untuk lebar dan satu untuk panjang jalinan. Angka yang dimasukkan harus seperti yang ditetapkan di MKJI.

Di atas diagram arus terdapat sel untuk tipe dan data arus lalu-lintas (tidak dikelompokkan per jam atau dikelompokkan per jam atau LHRT). Angka ini menentukan bagaimana data lalu-lintas dimasukkan ke KAJI.

Jika sejumlah data masukan arus lalu-lintas sudah dimasukkan ke SWEAV-1, kita harus menyadari bahwa jika kembali dan mengganti tipe data lalu-lintas, maka seluruh sel masukan lainnya akan terhapus.

Bila anda mempunyai data lalu-lintas LHRT, maka masukkan arus kendaraan 24 jam pada sel masukan arus lalu-lintas dari bagan arus dan dapatkan hasil perhitungan (arus rencana per jam) pada tabel yang terdapat pada formulir bagian tengah.

Dalam hal data LHRT anda diminta untuk menentukan faktor-k (pengali dari LHRT untuk mendapatkan arus rencana per jam) pada sel dibawah bagan arus. Bila anda tidak menentukan faktor-k maka nilai normal (didalam kurung) akan digunakan.

Bila anda mempunyai data arus lalu-lintas yang tidak digolongkan, maka masukkan data arus kendaraan per jam baik pada bagan arus maupun pada tabel.

Bila anda mempunyai data arus lalu-lintas yang digolongkan, maka masukkan arus untuk setiap jenis kendaraan dan pergerakan pada tabel. Dalam hal ini bagan arus pada kanan atas formulir hanya digunakan untuk menggambarkan arus-arus yang ada.

Bila anda mempunyai data arus lalu-lintas yang tidak digolongkan atau LHRT, maka sel komposisi kendaraan menjadi sangat penting. Anda harus memasukkan komposisi kendaraan bermotor (dalam %) sehingga jumlah seluruhnya mencapai 100%. Angka normal untuk komposisi kendaraan bermotor hanya digunakan bila ketiga sel masukan adalah 0.0. Bila satu (atau dua) jenis komposisi kendaraan tidak ada, maka nilai normal tidak digunakan lagi.

Faktor Smp dihitung oleh program KAJI dan dapat dibandingkan dengan "nilai normal" yang terdapat didalam kurung.

Sel % kendaraan tak bermotor dihitung berbeda dengan kendaraan bermotor. Nilai tersebut menunjukkan persentase kendaraan tak bermotor terhadap kendaraan bermotor. Perhatikan bahwa nilai normal untuk kendaraan tak bermotor selalu 0%. Nilai yang terdapat didalam kurung bukan nilai normal !. Nilai tersebut adalah nilai yang diusulkan. Bila anda tidak memasukkan nilai tersebut, maka arus kendaraan tak bermotor pada tabel dan persentase UM/MV pada tabel bagian bawah akan tetap 0.

Perlu diingat bahwa nilai-nilai parameter lalu-lintas yang digunakan dalam program KAJI pada SWEAV-2 hanya nilai-nilai yang terdapat pada bagian kanan dari tabel: jumlah smp kendaraan bermotor, persentase jalinan, dan persentase UM/MV.

4.3.2 Formulir SWEAV-2

Formulir ini menunjukkan hasil-hasil analisa bagian jalinan tunggal. Baris teratas pada setiap tabel (Alternative "Main") menunjuk kepada data yang dimasukkan pada formulir SWEAV-1. Baris selanjutnya dapat digunakan untuk mengevaluasi alternatif kombinasi geometri.

Untuk memulai evaluasi suatu alternatif anda harus memasukkan sesuatu pada sel Alternative. Selanjutnya sel masukan untuk lebar jalan dapat dimasukkan (lihat buku MKJI untuk definisi dari W1, W2, dsb). KAJI akan menghitung secara otomatis hasil-hasil dari data yang dimasukkan.

Formulir SWEAV-2 dari KAJI berbeda sedikit sekali dengan formulir MKJI yang serupa untuk perhitungan manual. Sel-sel tambahan KAJI lainnya adalah sel-sel catatan, yang didalamnya ditayangkan catatan-catatan tentang nilai-nilai masukan dan/atau peringatan-peringatan.

Pada bagian paling bawah dari formulir terdapat baris-baris yang dapat anda gunakan untuk menambah catatan-catatan sendiri tentang masalah dan hasil-hasilnya.

4.4 DAERAH JALINAN PADA BUNDARAN

Daerah jalinan pada bundaran adalah jenis kedua dari dua jenis daerah jalinan yang terdapat pada MKJI untuk bagian jalinan.

4.4.1 Formulir RWEAV-1

Formulir RWEAV-1 serupa dengan formulir SWEAV-1. Keduanya terdiri dari empat bagian: judul, geometri, bagan arus, dan tabel.

Pada bagian judul terdapat sel-sel ukuran kota, lingkungan, dan hambatan samping. Pada formulir perhitungan manual sel-sel tersebut terdapat dalam formulir RWEAV-2.

Singkatan-singkatan (A, B, C, D) untuk lengan-lengan yang berbeda ditetapkan lebih dahulu dan mengikuti standar yang disarankan oleh MKJI. Terdapat banyak sel-sel untuk lebar dan panjang yang berbeda dalam menggambarkan daerah bundaran. Banyaknya sel-sel masukan dapat menyebabkan kebingungan pada awalnya, dan anda harus melihat baris petunjuk pada bagian bawah layar untuk mengetahui isi masukan yang diharapkan oleh KAJI untuk sel masukan yang bersangkutan. Nilai-nilai yang dimasukkan harus sesuai dengan yang ditetapkan pada MKJI.

Diatas bagan arus terdapat sel untuk jenis data arus lalu-lintas (digolongkan per jam, atau tidak digolongkan per jam, atau LHRT). Jenis-jenis data ini menentukan cara-cara pemasukan data arus lalu-lintas pada KAJI.

Bila anda sudah memasukkan data arus lalu-lintas tertentu pada RWEAV-2, anda harus menyadari bila anda mengubah jenis data arus lalu-lintas sebab semua sel-sel masukan akan menjadi kosong kembali.

Bila anda mempunyai data arus lalu-lintas LHRT, maka masukkan arus kendaraan 24 jam pada sel masukan arus lalu-lintas dari bagan arus dan dapatkan hasil perhitungan (arus rencana per jam) pada tabel yang terdapat pada formulir bagian tengah.

Dalam hal data LHRT anda diminta untuk menentukan faktor-k (pengali dari LHRT untuk mendapatkan arus rencana per jam) pada sel dibawah bagan arus. Bila anda tidak menentukan faktor-k maka nilai normal (didalam kurung) akan digunakan.

Bila anda mempunyai data arus lalu-lintas yang tidak digolongkan, maka masukkan arus kendaraan per jam baik pada bagan arus maupun pada tabel.

Bila anda mempunyai data arus lalu-lintas yang digolongkan, maka masukkan arus untuk setiap jenis kendaraan dan pergerakan pada tabel. Dalam hal ini bagan arus pada kanan atas formulir hanya digunakan untuk menggambarkan arus-arus yang ada.

Bila anda mempunyai data arus lalu-lintas yang tidak digolongkan atau LHRT, maka sel komposisi kendaraan menjadi sangat penting. Anda harus memasukkan komposisi kendaraan bermotor (dalam %) sehingga jumlah seluruhnya mencapai 100%. Angka normal untuk komposisi kendaraan bermotor hanya digunakan bila ketiga sel masukan adalah 0.0. Bila satu (atau dua) jenis komposisi kendaraan tidak ada, maka nilai normal tidak digunakan lagi.

Faktor Smp dihitung oleh program KAJI dan dapat dibandingkan dengan "nilai normal" yang terdapat didalam kurung.

Sel % kendaraan tak bermotor dihitung berbeda dengan kendaraan bermotor. Nilai tersebut menunjukkan persentase kendaraan tak bermotor terhadap kendaraan bermotor. Perhatikan bahwa nilai normal untuk kendaraan tak bermotor selalu 0%. Nilai yang terdapat didalam kurung bukan nilai normal!. Nilai tersebut adalah nilai yang diusulkan. Bila anda tidak memasukkan nilai tersebut, maka arus kendaraan tak bermotor pada tabel dan persentase UM/MV pada tabel bagian bawah akan tetap 0.

Perlu diingat bahwa nilai-nilai parameter lalu-lintas yang digunakan dalam program KAJI pada RWEAV-2 hanya nilai-nilai yang terdapat pada bagian kanan dari tabel.

4.4.2 Formulir RWEAV-2

Formulir ini menunjukkan hasil-hasil analisa bundaran dengan daerah-daerah jalinan yang berbeda. Baris teratas pada setiap tabel (Alternative "Main") menunjuk kepada data yang dimasukkan pada formulir SWEAV-1. Baris selanjutnya dapat digunakan untuk mengevaluasi alternatif kombinasi geometri.

Untuk memulai evaluasi suatu alternatif anda harus memasukkan sesuatu pada sel Alternative. Selanjutnya sel masukan untuk lebar jalan dapat dimasukkan (lihat buku MKJI untuk definisi dari W1, W2, dsb). KAJI akan menghitung secara otomatis hasil-hasil dari data yang dimasukkan.

Formulir RWEAV-2 dari KAJI berbeda sedikit sekali dengan formulir MKJI yang serupa untuk perhitungan manual. Sel-sel tambahan KAJI lainnya adalah sel-sel catatan, yang didalamnya ditayangkan catatan-catatan tentang nilai-nilai masukan dan/atau peringatan-peringatan.

Pada bagian paling bawah dari formulir terdapat baris-baris yang dapat anda gunakan untuk menambah catatan-catatan sendiri tentang masalah dan hasil-hasilnya.

4.5 JALAN PERKOTAAN

Modul KAJI untuk jalan perkotaan terdiri dari tiga formulir: UR-1 untuk data umum dan geometri jalan, UR-2 untuk data arus lalu-lintas dan hambatan samping, dan UR-3 untuk hasil-hasil analisa.

4.5.1 Formulir UR-1

Formulir ini terdiri atas empat bagian: judul, peta situasi, potongan melintang, dan kondisi pengaturan lalu-lintas.

Nilai-nilai yang anda masukkan pada bagian judul harus sesuai dengan yang ditunjukkan oleh MKJI. Sel yang paling penting adalah sel jenis jalan. Nilai yang dimasukkan disini akan menentukan sel-sel yang akan tersedia selanjutnya. Anda dapat memasukkan jenis jalan yang disediakan oleh MKJI dan nilai-nilai masukan mengikuti peraturan pada MKJI, yaitu 2/2UD untuk jalan tak terbagi 2-lajur 2-arah, 4/2D untuk jalan terbagi 4-lajur 2-arah, 2/1UD untuk jalan tak terbagi 2-lajur 1-arah dsb. Jenis jalan perkotaan 'normal' (=default) pada KAJI adalah 2/2UD.

Pada peta situasi satu-satunya masukan adalah arah mata angin. Anda harus memasukkan 'N' (untuk North) pada sel yang sesuai.

Pada bagian potongan melintang anda memasukkan lebar pada sel yang menunjukkan gambar potongan melintang. Gambar potongan melintang ini berbeda untuk jalan tak terbagi dan jalan terbagi. Perhatikan bahwa anda harus memasukkan lebar efektif (lihat penjelasan pada MKJI).

Bila masalah anda adalah jalan terbagi, maka anda harus memasukkan lebar bahu dalam dan luar.

Lebar-lebar yang dimasukkan juga ditunjukkan pada tabel di bawah gambar potongan melintang. Pada tabel ini anda harus menunjukkan batas setiap tepi jalan apakah kereb atau bahu jalan. Bila anda memasukkan kereb, maka anda harus memasukkan jarak dari kereb ke halangan (sekali lagi lihat penjelasan pada MKJI).

Sel tambahan (bandingkan dengan formulir UR-1 untuk perhitungan manual) adalah kesinambungan median. Disini anda memasukkan median tanpa bukaan, median dengan sedikit bukaan, atau median dengan banyak bukaan. Definisi median sesuai dengan MKJI.

Pada bagian bawah formulir terdapat kondisi pengaturan lalu-lintas. Disini anda dapat memasukkan batas kecepatan dan hal-hal penting lainnya.

4.5.2 Formulir UR-2

Formulir ini terdiri dari tiga bagian: judul (sama dengan formulir UR-1), data arus lalu-lintas dan analisa hambatan samping.

Anda harus menunjukkan jenis data arus lalu-lintas yang akan digunakan, karena parameter ini selanjutnya sangat menentukan. Bila anda sudah memasukkan data arus lalu-lintas tertentu pada UR-2, anda harus menyadari bila anda kembali dan mengubah jenis data arus lalu-lintas sebab semua sel-sel masukan akan menjadi kosong kembali.

Bila anda mempunyai data arus lalu-lintas LHRT, maka masukkan arus kendaraan 24 jam (jumlah dari kedua arah) pada sel masukan arus lalu-lintas. Dalam hal ini anda harus memasukkan nilai faktor-k, yang mengubah dari arus kendaraan 24 jam menjadi arus rencana per jam. Bila anda tidak memasukkan nilai faktor-k, maka KAJI akan menggunakan nilai normal yang terdapat didalam kurung.

Pada kasus data LHRT anda dapat menggunakan sel distribusi arah bila anda mempunyai nilai distribusi arah selain nilai distribusi arah 50/50.

Sel distribusi arah bekerja berbeda bila anda mempunyai data arus lalu-lintas per jam yang digolongkan atau yang tidak digolongkan. Bila anda tidak memasukkan apa-apa (kedua sel kosong), maka KAJI menganggap bahwa anda akan memasukkan arus lalu-lintas untuk setiap arah pada tabel dibawahnya. Bila anda memasukkan nilai-nilai masukan, maka KAJI menganggap bahwa anda akan memasukkan arus total (jumlah dari kedua arah).

Bila anda ingin membersihkan sel distribusi arah, maka cara terbaik adalah menggunakan <Ctrl>-<Del> pada kedua sel tersebut. Kedua sel ini saling berhubungan (jumlah keduanya selalu 100) sehingga memasukkan nilai 0 tidak selalu berhasil.

Bila anda mempunyai data arus lalu-lintas per jam yang tidak digolongkan atau LHRT, anda harus memasukkan nilai komposisi kendaraan bermotor. KAJI hanya akan menggunakan nilai normal didalam kurung bila ketiga sel masukan adalah 0.0%. Bila anda mempunyai data arus lalu-lintas per jam yang digolongkan, sel ini hanya akan menggambarkan komposisi lalu-lintas.

Data arus lalu-lintas yang digolongkan atau yang tidak digolongkan dimasukkan pada sel masukan yang tersedia pada tabel arus lalu-lintas. Nilai-nilai pada tabel ini akan digunakan pada perhitungan yang dilakukan pada formulir UR-3.

Bagian bawah dari formulir UR-2 ditujukan untuk menganalisa *hambatan samping*. Sub-tabel pertama dapat digunakan untuk menentukan suatu nilai pembobotan untuk nilai hambatan samping dan kemudian masukkan suatu nilai yang sesuai pada bagian bawah dari sub-tabel yang kedua.

Kelas *hambatan samping* dapat pula secara langsung dimasukkan pada sub-tabel kedua.

KAJI akan langsung menggunakan *hambatan samping normal* (yang dipengaruhi oleh kejadian hambatan samping pada tabel yang pertama) jika kelas hambatan samping "NA" (tidak tersedia) terpampang pada masalah yang sedang dianalisa.

4.5.3 Formulir UR-3

Berbeda dengan formulir manual perhitungan dalam MKJI, formulir KAJI UR-3 hanya dapat untuk mengatasi satu soal saja, yaitu soal seperti pada formulir UR-1 dan UR-2.

Masukan yang tersedia hanya untuk komentar pada bagian paling bawah dari formulir.

Tergantung pada tipe jalan , Formulir UR-3 menampilkan hasil untuk dua arah secara terpisah atau dua arah yang dikombinasikan.

Terdapat kolom hasil untuk *kecepatan arus bebas* untuk semua tipe kendaraan, yang mungkin bukan merupakan masalah untuk formulir perhitungan secara manual.

4.6 JALAN BEBAS HAMBATAN

Suatu analisa jalan bebas hambatan meliputi pemakaian tiga tipe formulir: MW-1 untuk data umum dan geometri jalan, MV-2 untuk data lalu-lintas dan MV-3 atau MW-3Spec untuk hasil analisa. Formulir MW-3 digunakan jika suatu segmen dari *motorway* dianalisa, formulir MW-3 Spec jika analisa

mencakup *specific grade* dari suatu *motorway*.

Untuk potongan melintang jalan bebas hambatan dengan analisa *specific grade* hanya memiliki interes yang kecil. Analisa dari *specific grade* khusus hanya menarik dipakai untuk 2-lajur motorway dengan 2-arah lalu-lintas dan tanpa median. Tipe ini ditulis sebagai 2/2 UD dalam MKJI dan di KAJI.

Jika diinginkan untuk melakukan analisa baik suatu *motorway* ataupun *specific grade*, maka harus dimulai dengan analisa segmen, cetak dan/atau simpan hasil-hasil ini dan kemudian lakukan analisa *specific grade*.

4.6.1 Formulir MW-1

Formulir ini memiliki 4 bagian: *heading, horizontal alignment, vertikal alignment dan cross section.*

Nilai yang dimasukkan pada *heading* harus seperti yang dijelaskan di dalam MKJI. Hal yang paling penting adalah seperti untuk *road type*. Nilai yang dimasukkan disini menentukan sel yang tersedia nantinya. Anda dapat memasukkan tipe jalan yang tercakup oleh MKJI and nilai input mengikuti aturan di MKJI, seperti: 2/2UD untuk 2-arah, 2-lajur jalan tak dipisah, 4/2D untuk 4-lajur, 2-arah terpisah, 2/1UD untuk dua lajur, satu arah tidak dipisah dan sebagainya. Tipe *default* untuk *motorway* dalam KAJI adalah 4/2D.

Sel untuk analisa *specific grade* hanya dapat diakses bila tipe jalan yang dipilih adalah 2/2UD. Untuk tipe lainnya analisa demikian ini sangat jarang dilakukan.

Bagian yang membahas *horizontal alignement* juga meliputi orientasi geografis. Masukkan huruf 'N' (untuk utara) pada tempat yang tepat. Nama tempat atau daerah juga harus dimasukkan untuk maksud identifikasi umum.

Pada tabel tempat untuk nilai *horizontal curvature* dan *sight distance* harus dimasukkan seperti yang didefinisikan dalam MKJI. Nilai *sight distance*, SDC juga harus dimasukkan. Jika nilai ini tidak dimasukkan, maka Kaji akan memakai nilai *default* seperti yang terlihat (yang dipengaruhi oleh nilai *horizontal curvature* dan *sight distance*).

Pada formulir untuk alinemen vertikal terdapat tempat untuk *rise-and-fall* dan *terrain type*. Kaji akan memakai nilai *default* jika hal ini kita abaikan.

Tabel sebelah kanan dibawah *vertical alignment* hanya digunakan jika analisa *specific grade* dilakukan. Dalam analisa segmen, tempat *grade slope* dan *grade length* tidak dapat di akses.

Jumlah dari input sel untuk berbagai lebar yang berbeda, *shoulder* dan *carriageway*, dari potongan melintang tergantung pada apakah jalan tersebut dipisah (memiliki median) atau tidak. pada sembarang persoalan anda harus memasukkan nilai, seperti yang didefinisikan dalam MKJI, pada semua sel. Data lebar juga tampak pada tabel dibawah ini.

Lebar median tidak perlu ditunjukkan di KAJI (draft dari MKJI bab motorway memiliki ruang untuk hal ini di dalam formulir).

4.6.2 Formulir MW-2

Dalam formulir ini terdapat tiga bagian: heading (seperti pada MW-1 kecuali indikasi *grade analysis*) dan dua pilihan dengan data lalu-lintas. Anda hanya mungkin membutuhkannya, misalkan jika akan

melakukan analisa operasional.

Untuk bagian data lalu-lintas harus diindikasikan tipe lalu-lintas yang akan digunakan, sebab parameter ini menentukan tempat sel terbuka untuk input. Jika anda telah membuat sejumlah masukan data lalu-lintas di MW-2, anda harus menyadari bahwa jika anda kembali dan merubah tipe data lalu-lintas maka seluruh input sel untuk alternatif lalu-lintas akan terhapus.

Jika anda memasukkan LHRT (untuk rata-rata tahunan lalu-lintas harian) kemudian anda masukkan rata-rata 24-jam arus kendaraan (total untuk dua arah) pada sel selanjutnya. Dalam hal ini anda juga harus memasukkan nilai untuk *K-factor*, yang akan merubah lalu-lintas 24-jam menjadi arus jam desain. Jika anda tidak memasukkan suatu nilai *K-factor*, KAji akan memakai nilai default seperti tertera dalam tanda kurung.

Dalam hal data LHRT anda dapat menggunakan sel untuk *directional split*, jika akan memasukkan nilai selain split 50/50.

Sel *-directional split-* bekerja kadang-kadang berbeda jika memiliki *unclassified* atau *calssified hourly data*. Dalam hal ini jika anda tidak memasukkan sesuatu (kedua sel 0) maka KAJI beranggapan bahwa anda akan memasukkan arus untuk masing-masing arah dalam arus lalu-lintas pada tabel dibawah. Jika anda melakukan masukan maka anggapannya adalah bahwa anda akan memasukkan arus total (jumlah untuk dua arah).

Jika anda ingin untuk me-*reset*/menghapus sel untuk *directional split* maka cara terbaik adalah dengan jalan menggunakan <Ctrl>-<del> untuk kedua buah sel. Dua sel ini berhubungan (penjumlahannya selalu 100) dengan demikian memasukkan angka 0 pada satu tempat akan mengakibatkan 100 pada tempat lainnya.

Jika anda memiliki LHRT-atau data *unclassified hourly*, anda harus memasukkan nilai komposisi kendaraan bermotor. Kaji hanya akan menggunakan nilai default yang berada dalam tanda kurung jika keseluruh 4 input adalah 0.0%. Jika anda memiliki data *classified* sel ini hanya menggambarkan komposisi lalu-lintas saja.

Arus kendaraan terklasifikasi dan tidak terklasifikasi dimasukkan dalam input sel yang tersedia pada Tabel arus kendaraan. Nilai ini adalah yang dipakai pada formulir MW-3 atau MW-3spec.

4.6.3 Formulir MW-3 dan MW-3Spec

Pada formulir ini disajikan hasil dari data yang dimasukkan dalam formulir MW-1 dan MW-2. Jika anda telah membuat pemakaian dari dua data lalu-lintas alternative dalam MW-2, anda akan mendapatkan hasil keduanya.

Input sel yang hanya tersedia adalah catatan anda apa bagian formulir yang paling bawah.

Dalam hasil- MW-3 untuk *degree of bunching* hanya disajikan jika tipe jalan bebas hambatan adalah 2/2UD.

Travel time dalam formulir MW-3 hanya dapat ditampilkan jika suatu panjang segmen telah ditetapkan sebelumnya pada formulir MW-1.

4.7 JALAN LUAR KOTA

Suatu analisa Kaji dari suatu *inter urban road* menggunakan tiga tipe formulir: IR-1 untuk data umum dan geometri jalan, IR-2 untuk data lalu-lintas dan IR-3 atau IR-3Spec untuk hasil analisa. Formulir IR-3 digunakan jika suatu segmen dianalisa, IR-3Spec jika analisa berupa suatu specific grade.

Analisa dari specific grade hanya berkaitan pada tipe 2-lajur, 2-arah jalan tak dipisah. Tipe ini disebut sebagai 2/2UD dalam MKJI dan dalam KAJI.

Jika diinginkan untuk melakukan analisa kedua buah segmen dan suatu *specific grade* terdapat pada segmen, maka anda harus memulai dengan analisa segmen, cetak dan atau simpan hasil ini dan kemudian lakukan analisa *specific grade.*

4.7.1 Formulir IR-1

Formulir ini terdiri tujuh bagian: *heading, horizontal alignment, vertical alignment, cross section, road surface condition, effective width dan traffic control condition.*

Nilai-nilai yang dimasukkan pada *heading* harus sesuai dengan yang telah diterangkan dalam MKJI. Sel yang paling penting adalah sel *road type.* Nilai ynag dimasukkan disini menyatakan sel yang nantinya tersedia. Anda dapat memasukkan tipe jalan yang ada di MKJI dan nilai input mengikuti aturan dalam MKJI, seperti: 2/2UD untuk 2-arah, 2-lajur jalan tak dipisah, 2/1UD untuk dua lajur, satu-arah tak-terbagi.

Tempat untuk analisa *specific grade* hanya bisa diakses jika anda memasukkan tipe jalan 2/2UD. Analisa untuk tipe lainnya jarang dilakukan.

Bagian yang membahas *horizontal alignment* meliputi orientasi geografis. Pada tempat yang sesuai ketik "N" untuk menunjukkan arah Utara. Nama tempat atau daerah dapat juga dimasukkan untuk identifikasi umum.

Pada tabel sels untuk nilai *horizontal curvature* dan *sight distance* harus disesuaikan dengan yang telah didefinisikan dalam MKJI. Nilai *sight distance class*, SDC harus didefinisikan. Jika nilai ini tidak ada, maka KAJI akan memakai nilai *default* seperti yang terlihat, (nilai ini dipengaruhi oleh nilai *horizontal curve* dan *sight distance*).

Pada bagian ini terdapat sel untuk *roadside development.* Nilai yang dimasukkan dalam sel ini harus sesuai dengan saran dari MKJI.

Pada formulir untuk *vertical aligment* ada sel untuk *rise-and-fall* dan *terrain type.* Kaji akan memakai nilai

Pada bagian akhir Formulir IR-1 anda bisa menampilkan kondisi pengaturan lalu-lintas.

4.7.2 Formulir IR-2

Ada tiga bagian dalam formulir ini: heading (sama seperti dengan IR-1), traffic data dan analisa hambatan samping.

Type of traffic data yang akan digunakan harus dinyatakan, sebab parameter ini menyatakan bagaimana untuk menjalankannya. Jika sejumlah data arus lalu-lintas telah dibuat di IR-2, anda harus menyadari bahwa bila mengulangi dan mengubah tipe data lalu-lintas, maka semua masukan lapangan akan terhapus.

Jika angka LHRT dimasukkan (untuk lalu-lintas harian tahunan) maka harus digunakan arus kendaraan rata-rata 24 jam (jumlah kedua arah) pada lapangan yang berikutnya. Dalam hal ini harus dimasukkan juga nilai faktor-k, yang mengubah arus 24 jam menjadi arus jam rencana. Jika faktor-K tidak dimasukkan, maka KAJI akan menggunakan nilai normal yang ada dalam tanda kurung.

Apabila yang tersedia data LHRT, gunakan pemisahan arah dari lapangan jika pemisahan arah bukan 50/50.

'Pemisahan arah lapangan' ini berpengaruh lain apabila datanya menurut golongan kendaraan maupun tidak jika tidak ada masukan sama sekali (misal kedua lapangan = 0) maka KAJI menganggap masukan arus pada kedua arah berasal dari tabel arus lalu-lintas dibawah. Jika ada nilai masukan, artinya masukan tersebut adalah arus total (jumlah dari kedua arah).

Jika ingin 'mengisi lagi' atau 'membersihkan' faktor pemisahan arah, cara terbaik gunakan <Ctr>-<Del> pada kedua lapangan. Kedua lapangan ini berkaitan (jumlahnya selalu 100), sehingga masukan nol tidak akan selalu berhasil.

Jika yang tersedia - data LHRT atau data bukan golongan kendaraan, harus diisikan komposisi sepeda motor. KAJI hanya akan menggunakan nilai normal (dalam tanda kurung) jika kelima data masukan lapangan 0.0 % jika yang tersedia data golongan kendaraan, data lapangan ini hanya akan menggambarkan komposisi kendaraan.

Data arus per kendaraan maupun yang bukan, diisikan pada masukan lapangan yang tersedia pada tabel arus lalu-lintas. Nilai-nilai dalam tabel ini yang digunakan dalam perhitungan dalam formulir IR-3/IR-3 SPEC.

Bagian bawah formulir IR-2 dipersiapkan untuk analisa hambatan samping. Dapat dilihat sebagian dari tabel adalah untuk menentukan nilai bobot dari hambatan samping dan kemudian, isikan nilai yang sesuai pada bagian bawah dari "bagian tabel" yang kedua.

Dapat juga langsung diisikan kelas hambatan samping pada "bagian tabel" yang kedua.

KAJI hanya akan menggunakan nilai normal hambatan samping jika nilai hambatan samping = NA (tidak tersedia) terlihat untuk soal yang dianalisa.

4.7.3 Formulir IR-3 dan IR-3 Spec

Formulir-formulir ini menunjukkan hasil dari masukan pada formulir IR-1 dan IR-2. Hanya satu set hasil ditunjukkan dalam formulir 3 yang berasal dari masukan dalam formulir 2.

Satu-satunya 'masukan lapangan' yang tersedia adalah untuk keterangan, pada dasar formulir.

Pada formulir IR-3 hasil DB (derajat iringan) akan muncul jika tipe jalan adalah 2/2 UD.

Waktu tempuh hanya akan muncul jika panjang segmen telah diisikan dalam formulir IR-1.

5. KESIMPULAN

Perangkat lunak (program) KAJI adalah penerapan dari MKJI yang terkumpul dalam proyek HCM fase III. Program tersebut benar-benar sesuai dengan manual, tidal lebih dan tidak kurang.

Jika KAJI digunakan, harus selalu diingat bahwa metode dan model yang digunakan diturunkan dari data empiris. Maka dari itu jika suatu soal menyimpang jauh dari dasar empiris tersebut, seperti yang ditunjukkan dalam MKJI, harus ditafsir dan digunakan dengan hati-hati.

Saran yang lain adalah untuk selalu memeriksa (dan memeriksa ulang) bahwa data-data telah dimasukkan sesuai yang diinginkan dan tidak ada data penting yang terlupakan. Pengingat terakhir mungkin yang paling penting bila menggunakan KAJI dan bukan analisa secara manual.

Dalam analisa manual kita terpaksa mempertimbangkan setiap nilai masukan. KAJI melakukan pemeriksaan masukan, tetapi jika masukan tidak tersedia, maka nilai normal akan digunakan. Hal ini tidak selalu sesuai dengan keinginan kita. Maka dari itu usahakan mendapat data selengkap mungkin sebelum menganalisa dan memasukkan data lapangan.

Lampiran 1. Bagaimana memasang KAJI

Biasanya anda mendapat program KAJI dalam disket. Dibagian atas direktori terdapat nama file "INSTALL BAT". Jika anda jalankan file ini, program KAJI akan terpasang.

1. Perhatikan agar kita didalam DOS dalam posisi direktori atas DOS. Biasanya dengan promp **c:\>**

2. Letakkan disket KAJI di A atau B. Ketik "install A" atau "install B" tergantung letak disket tsb. (dalam DOS lakukan: c:\> **A:\Install A <enter>** atau **B:\Install B <enter>**)

   Suatu direktorat (C:\KAJI) sekarang ada dalam harddisk. Jika ada direktorat lama dengan nama ini, maka files KAJI akan tercetak disana.

3. Anda dapat menjalankan KAJI dengan mengetik:

   c:>\ KAJI\>KAJI <enter>

Catatan:

Dalam disket yang anda terima, program file KAJI terdapat dalam sub-direktori. File EXE dan OVR me"make-up" sendiri program tersebut. File-VTR berisi menu. File-STR berisi formulir.

File teks (atau file) berisi perangkat lunak Manual terdapat dalam disket, diberi nama MANUAL TXT.

Lampiran 2. Pengenalan langkah-langkah KAJI bagi pengguna baru.

a. Setelah program KAJI di"pasang" (lihat lamp. 1), ketik KAJIxxx<CR> (<CR> menunjukkan kunci "Carriage Return", kadang-kadang diberi tanda <Enter> atau < ↵ >
Kita harus dalam posisi sub-direktori yang menyimpan file-file KAJI.

b) Layar pertama memberikan informasi umum tentang program KAJI. Lanjutkan dengan menekan <Enter> atau <CR>, yang akan menunjukkan jendela dengan pilihan-pilihan memulai soal baru atau mengisi soal lama. Kita menentukan pilihan dengan <Tab>. <CR> digunakan untuk menegaskan pilihan, menutup jendela dan membuka jendela berikutnya. Pada saat ini kita hindari pilihan "soal lama" karena rasanya belum ada soal lama KAJI yang berada dalam file.

Juga mungkin untuk menutup jendela ini (dan yang lainnya) dengan kunci <ESC>. Kalau kita lakukan ini, harus dilanjutkan dengan alternative "Begin" yang ada pada daftar menu. Menu ini biasanya diakses dengan <Alt> dan angka atau huruf bersinar yang sesuai. Untuk mencoba ini, tutup jendela "lama" atau "baru" dengan <ESC> dan tekan (tahan) <Alt> sambil menekan <B> untuk masuk menu Begin. Jika satu-satunya hasil yaitu Begin bersinar tetapi tidak ada menu terlihat, tekan <CR>. Perintah pendek untuk 'Hal baru' adalah <Alt>-<N> .

Jika terdapat fasilitas "mouse", pilihan dapat dilakukan dengan lebih mudah yaitu dengan "menunjuk" dan "menekan".

c. Apakah menutup jendela bab lama - bab baru dengan <CR> atau <Alt>-<B> diikuti <Alt>-<N> (sesudah lepas dengan <ESC> untuk memulai hal baru, jendela modul pilihan atau modul tujuan akan muncul. Pada jendela ini, kita bergerak diantara kelompok-kelompok dan kunci "menarik" dengan <TAB>. Untuk bergerak dalam kelompok modul atau untuk tujuan lain gunakan "panah naik" atau "turun". Jika tersedia mouse akan lebih mudah dengan "tunjuk" dan "tekan".

Jika kita telah memilih modul atau tujuan, dilanjutkan dengan menekan <CR>. Bentuk pertama dari modul yang dipilih akan muncul dalam "jendela bentuk". Jika yang muncul "jendela informasi" dan bukan "formulir", tekan <Enter>/<CR> untuk melanjutkannya.

d. Pada layar formulir, sel masukan aktif ditunjukkan dengan warna yang kontras. Ketik data yang yang ingin dimasukkan sesuai dengan yang dibutuhkan pada sel masukan tersebut. kemudian lanjutkan dengan menekan tombol <CR>, atau <Tab>, atau <Shift> <Tab>. <CR> akan memasukkan data kedalam program dan anda tetap berada pada sel masukan aktif, <Tab> juga digunakan untuk memasukkan data tetapi sel masukan aktif akan berpindah ke sel masukan berikutnya, <Shift>-<tab> masuk dan memindahkan ke sel sebelumnya (yang mungkin sel terakhir formulir, jika kita berada pada sel yang pertama). 'Mouse' juga dapat digunakan untuk memasukkan dan berpindah (lebih cepat) ke bidang masukan yang lain.

Dengan cara diatas masukkanlah data yang diminta semua semua bidang sel pada satu formulir. kemudian lanjutkan dengan formulir berikutnya (<Alt>-<2> untuk formulir nomor 2 dan seterusnya).

Jika anda memasukkan data yang salah (misalnya teks kedalam bidang masukan bilangan/angka), KAJI tidak akan menerima masukan tersebut, tetapi akan menggunakan masukan sebelumnya atau menggunakan harga 'default'.

Jika anda menemukan kesalahan pada saat mengetik data, gunakanlah <Backspace> untuk menghapus karakter/huruf terakhir. Tombol <BackSpace> ini dapat juga digunakan untuk data lama pada sel masukan aktif yang baru saja anda masuki dengan <Tab>, Shift><Tab> atau 'mouse.

Data pada bidang masukan dapat dihapus atau dikembalikan pada harga 'default' dengan cara menekan tombol <Ctrl>-<Del> atau <Ctrl>-<Shift>-<Del> bersamaan.

Pada baris yang paling bawah di layar, anda akan menemukan teks/informasi yang berkaitan dengan sel masukan aktif. Dalam kebanyakan hal, informasi ini akan memberikan bantuan mengenai jenis input/data yang harus anda siapkan.

Setiap kali data masukan diisikan/ditegaskan, akan menyebabkan sel keluaran/perhitungan dalam formulir (ditunjukkan dengan warna yang lain) berubah. Perhitungan dilakukan secara otomatis ketika ada data masukan yang berubah atau dimasukkan.

e. Banyak formulir mempunyai ukuran yang lebih besar daripada ukuran layar monitor. Umumnya anda hanya dapat melihat sebagian dari formulir tersebut. Ada beberapa cara untuk dapat melihat seluruh bagian dari formulir tanpa memasukkan data. Salah satu cara adalah dengan menekan tombol <Tab> untuk berpindah dari satu bidang masukan ke bidang masukan berikutnya secara berurutan. <Shift> <Tab> juga bekerja dengan cara yang sama hanya arahnya berlawanan.

Cara lain adalah dengan menggunakan tombol tanda panah. Anda dapat bergerak kearah atas, bawah, kanan, atau kiri secara perlahan. Cara yang lebih cepat adalah dengan menggunakan tombol <Home>, <End>, <PgUp>, atau <PgDn>.

Jika anda memiliki 'mouse', maka anda dapat melihat bagian lain dari formulir yang tidak terlihat dilayar dengan menggunakan 'scroll bar' yang terdapat pada bagian bawah dan kanan dari layar.

Jika anda bergerak ke bagian lain dari formulir, dapat terjadi sel masukan aktif tidak terlihat lagi di layar. Cara yang paling cepat untuk kembali adalah dengan menekan tombol <CR>/<Enter>.

f. Jika anda telah selesai memasukkan semua data yang dibutuhkan pada satu formulir, anda dapat menutup formulir tersebut dengan <Alt><F3>, atau <Esc>, atau gunakan 'mouse' dengan meng'click' tanda persegi kecil pada bagian kiri paling atas atas dari layar formulir.

Formulir nomor 2 dari modul yang dipilih dapat dibuka dengan <Alt>-<2>, atau dengan menggunakan menu formulir (ditunjukkan dengan "Forms" pada 'menu bar' atas). Anda dapat berpindah dari formulir yang satu ke formulir yang lainnya secara langsung dengan menggunakan <Alt> diikuti dengan angka yang menunjukkan normor formulir. KAJI akan menutup formulir yang sedang dikerjakan sebelum membuka formulir yang lainnya. Hanya formulir yang ada kaitannya dengan modul yang dipilih yang dapat di akses/dipanggil. Formulir-formulir yang berkaitan dengan modul yang lain untuk sementara di non-aktifkan.

Anda masukkan semua data yang diperlukan pada formulir nomor 2, kemudian tutup formulir tersebut dan jika ada formulir lainnya pada modul yang anda pilih (lihat MKJI) lanjutkanlah sampai semua formulir pada modul tersebut selesai diproses.

g. Jika anda ingin mengoreksi input data pada formulir yang telah diproses sebelumnya, pilihlah formulir tersebut dengan menekan <Alt>-<nomor formulir>, misalnya <Alt>-<1> untuk formulir nomor 1. Yang harus diingat adalah perhitungan pada suatu formulir, biasanya bergantung pada data di formulir sebelumnya.

h. Jika ingin menyimpan semua masukan dan keluaran dan juga formulirnya dalam format DOS, anda dapat mengakses menu file (gunakan <Alt>-<F> atau dengan 'mouse'). Pilihlah alternatif "Print to file" dengan menggunakan tombol panah keatas/kebawah atau kombinasi 'short-key' atau 'mouse.

Pada layar file yang akan muncul kemudian, anda ketik nama file yang anda inginkan dan konfirmasikan dengan [OK]. Semua formulir akan disimpan dalam bentuk format teks/ ASCII yang dapat "dipindahkan" kemudian dengan program pengolah kata untuk dicetak, dimasukkan dalam laporan, dan lain-lain.

i. Jika anda ingin menyimpan semua data dari soal yang sedang anda kerjakan, pilihlah alternatif "Save" pada menu file, ketiklah nama file yang anda inginkan dan lanjutkan dengan konfirmasi [OK].

Data suatu soal yang telah disimpan dapat dibaca kembali kemudian melalui pilihan "Load" pada menu file. Menyimpan soal standar dan kemudian dibaca kembali untuk dimodifikasi, adalah salah satu cara untuk mengubah soal dan melihat pengaruh dari perubahan geometri atau volume arus lalu-lintas terhadap kwalitas lalu-lintasnya.

j. Terdapat juga alternatif "Postscript output" pada menu file. Alternatif ini dapat digunakan untuk mencetak langsung dari KAJI, asalkan ada pencetak laser yang sudah dihubungkan ke komputer anda.

k. Cara yang normal/biasa untuk keluar dari sesi KAJI adalah dengan menekan tombol <Alt>-<Q>. Tombol <Alt>-<X> langsung keluar dari KAJI tanpa peringatan apapun.

Lampiran 3. Definisi-definisi dari tombol yang digunakan dalam KAJI

Tombol	Fungsi
<Tab>	Pada layar formulir: berpindah ke sel input berikutnya. Jika suatu harga/nilai telah diketik maka akan dimasukkan sebagai data sebelum pindah ke sel input berikutnya. Pada layar lainnya: berpindah dari group alternatif/pilihan yang satu ke yang lainnya, atau antara alternatif/pilihan yang sederhana.
<Shift>-<Tab>	Pada layar formulir: pindah ke sel masukan sebelumnya. Jika suatu nilai telah diketik, masukkan sebelum pindah ke sel sebelumnya. Pada layar lainnya: pindah kembali diantara group atau pilihan sederhana atau tombol khusus.
<Carriage Return> <Enter>	Pada layar formulir: memasukkan harga yang telah diketik dalam sel masukan. Pada layar lainnya: mengkonfirmasikan pilihan dan menutup layar (atau batalkan jika pilihan batalkan disinari). Menu: mengkonfirmasikan item menu yang disinari.
<Del>	Pada layar formulir: Menghapus data pada sel masukan (dikosongkan atau dikembalikan kepada harga "default"). Jika sel masukan saling berhubungan (seperti komposisi kendaraan atau dsitribusi arah), maka semua sel masukan yang saling berhubungan akan dikosongkan untuk dikembalikan kepada harga-harga "default".
<Ctrl>-<Del>	Sama dengan <Del> tetapi juga memindahkan sel masukan berikutnya.
<Backspace>	Pada layar formulir: Menghapus huruf/karakter terakhir dari bidang masukan. Berlaku juga bagi data yang sudah ada sebelumnya pada bidang masukan setelah anda menggunakan perintah <Tab>, <Shift>-<Tab> atau 'mouse' untuk mengaksesnya.
Tombol panah	Pada layar formulir: Menggerakkan formulir keatas, kebawah, kekanan, atau kekiri dalam layar formulir (kecuali anda sedang dalam moda mengubah ukuran layar). Pada moda mengubah ukuran layar: mengubah ukuran layar formulir.
<PgUp>,<PgDn> <Home>,<End>	Menggerakkan formulir dalam layar formulir, tetapi dengan langkah yang lebih besar dari tombol panah.
<F1>	Bantuan.
<F5>, <F6>	Membesarkan layar.
<F10>	Membuka menubar, jika tidak ada layar yang dibuka.
<Esc>	Pada layar formulir: menutup formulir. Selain itu: membatalkan. Pada moda mengubah ukuran layar: Keluar.
<Alt>-<F3>	Pada Layar Formulir: Menutup layar.

<Alt>-<F6>	Keluar ke DOS sementara.
<Alt>-<1>, <Alt>-<2> ..<Alt>-<5>	Memilih formulir-1, -2 ... -5 dalam modul yang dipilih, tanpa harus menutup formulir (dengan <Alt>-<F3> or <Esc>) sebelum membuka formulir yang lainnya.
<Alt>-<A>	Keluaran dalam format ASCII (menubar, file menu)
<Alt>-<B>	Mulai (menubar)
<Alt>-<C>	Mengubah warna formulir (menubar, video menu)
<Alt>-<D>	Mengubah penampilan tayangan nama file yang berlaku.
<Alt>-<E>	Informasi mengenai versi dari program (menubar, information menu)
<Alt>-<H>	Bantuan (menubar)
<Alt>-<I>	Informasi (menubar)
<Alt>-<K>	Informasi mengenai KAJI (menubar, information menu)
<Alt>-<L>	Membaca soal (menubar, file menu)
<Alt>-<M>	Mengubah penampilan layar antara 25- dan 50-baris, jika perangkat keras anda menunjangnya (menubar, video menu)
<Alt>-<N>	Mulai soal baru (menubar, file menu)
<Alt>-<P>	Keluaran PostScript (menubar, file menu)
<Alt>-<Q>	Mengakhiri program (menubar, file menu).
<Alt>-<R>	Informasi mengenai status nama file yang berlaku.
<Alt>-<S>	Menyimpan soal (menubar, file menu)
<Alt>-<T>	Coba (menubar); tidak digunakan lagi.
<Alt>-<U>	Membaca manual KAJI
<Alt>-<W>	Modul penukaran (menubar-mulai)
<Alt>-<X>	Keluar dari program KAJI langsung tanpa peringatan (menubar, file menu). Dapat menyebabkan hilangnya data !
<Alt>-<Z>	Mengatur-ulang data (menubar, mulai). Data kemungkinan hilang.
<Shift>-<F1> <Ctrl>-<F1>	Mengubah warna latar belakang formulir (menubar, video menu) sda., tetapi dalam urutan yang berlawanan

<Shift>-<F2>	Mengubah warna dari latar belakang teks dalam formulir (menubar, video menu)
<Ctrl>-<F2>	sda., tetapi dalam urutan yang berlawanan
<Shift>-<F3>	Mengubah warna dari sel masukan aktif dalam formulir (menubar, video menu)
<Ctrl>-<F3>	sda., tetapi dalam urutan yang berlawanan
<Shift>-<F4>	Mengubah warna dari sel keluaran dalam formulir (menubar, video menu)
<Ctrl>-<F4>	sda., tetapi dalam urutan yang berlawanan
<Shift>-<F5>	Mengubah warna dari sel masukan pasif dalam formulir (menubar, video menu)
<Ctrl>-<F5>	sda., tetapi dalam urutan yang berlawanan
<Ctrl>-<F6>	Pada layar formulir: masuk ke moda pengubahan ukuran layar.
<Shift>-<F7>	Pindah ke layar berikutnya, jika lebih dari satu layar dibuka.
<Ctrl>-<F7>	Pindah ke layar sebelumnya, jika lebih dari satu layar dibuka, misalnya jika anda sudah membuka manual.